Über das Ergebnis vergleichender Untersuchungen mit Kaudruckmessern verschiedener Systeme.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Würde
eines doctor medicinae dentariae

der

Hohen Medizinischen Fakultät
der Vereinigten Friedrichs-Universität
Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Hans Sprinz
Zahnarzt in Berlin.

Halle-Saale
Ostdeutsche Druckerei und Verlagsanstalt, Inhaber Otto Jung
1928

Referent: Professor Dr. Hans Heinroth.

Meinem lieben Vater
und Kollegen gewidmet.

Disposition.

I. Die wissenschaftliche und praktische Bedeutung der Kaudruckmessung.

II. Historischer Überblick über die Entwicklung des Kaudruckmessers und Bewertung der verschiedenen Systeme, gemessen an den Bedingungen des Rotterdamer Preisausschreibens.

III. Der Habersche Kaudruckmesser.

IV. Der Heinrothsche Kaudruckmesser.

V. Praktische Versuche mit beiden Apparaten.

VI. Vergleich der Ergebnisse und Kritik im Anschluß an die Beurteilung durch Greve und Münzesheimer.

Die Kraft, die sich beim Zerkleinern der Nahrung zwischen den Zahnreihen auswirkt, ist nicht erst neuerdings Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden, ihre Größe kennen zu lernen und zu bestimmen sind Anatomen, Physiologen und Zahnärzte seit vielen Jahren bemüht gewesen.

Während die Anatomen und Physiologen zum Gegenstand ihrer Betrachtungen die Kiefermuskulatur zu machen pflegten, konzentrierte sich das zahnärztliche Interesse naturgemäß auf die Leistungsfähigkeit des Gebisses, auf die Abschätzung und Bestimmung des zwischen den Zahnreihen zur Wirkung kommenden Kaudrucks. Die Festlegung des Kaudrucks mußte an Interesse gewinnen, nachdem man erkannt hatte, daß jede Prothese im Munde nicht nur der Steigerung des Kau-Effektes dient, sondern auch für die Erhaltung der noch vorhandenen eigenen Zähne von großer Wichtigkeit ist. Sind nämlich im Munde Lücken vorhanden, so konzentriert sich der gesamte Kaudruck auf die restlichen Zähne.

Bevor wir uns eingehend mit der Kaudruckmessung selbst beschäftigen, wollen wir uns mit dem Begriff „Kaudruck" auseinandersetzen, selbst auf die Gefahr hin, daß die eine oder andere Tatsache bei der Besprechung spezieller Fragen noch ein Mal erwähnt werden muß. Der Kaudruck, in der Prothetik Belastung genannt, resultiert aus der Summe der Kräfte, mit der die Gesamtheit der Kaumuskeln den beweglichen Unterkiefer gegen den festen Oberkiefer drückt. An Muskeln sind daran beteiligt als Schließer: M. masseter, M. temporalis und M. pterygoideus internus, als Öffner: M. mylohyoideus, M. digastricus und M. pterygoideus externus, als Schieber: der M. pterygoideus internus und M. temporalis.

Die Bewegung erfolgt im Kiefergelenk, einem Scharnierkapselgelenk. Das Kiefergelenk ist das beweglichste Gelenk, es gestattet Bewegungen in allen drei Dimensionen. Die Grundbewegung ist die Öffnungsbewegung in vertikaler Richtung, die den vertikalen Kaudruck ermöglicht. Die zweite ist die Vor- und Rückwärtsbewegung, ihr entspricht der horizontale, sagitale Kaudruck; die dritte ist die Seitenbewegung von links nach rechts und umgekehrt, die den wagerechten oder transversalen Kaudruck herbeiführt. Während die Grundbewegung für sich allein erfolgt, können die zweite und dritte nur kombiniert auftreten, und zwar die zweite zusammen mit der ersten, die dritte nur in Verbindung mit den beiden anderen. Beim Kau-Akt sehen wir, daß diese drei Bewegungen einander bald ablösen, bald ineinander übergehen, wobei die Richtungen durch die Gleitflächen der Zähne mitbestimmt werden.

So selbstverständlich dies alles erscheinen mag, soll doch noch folgendes ausgeführt werden. Die Entstehung des Gesamtkaudruckes aus einzelnen Resultanten ermöglicht es, die Wirkung auf die Zahnreihen oder Prothesen durch Zerlegung in die ursprünglichen Einzelkräfte oder ihre Summen auf den Kau-Apparat darzustellen. Wir brauchen diese Zerlegung auch, um unsere prothetischen Maßnahmen zweckentsprechend einzurichten, damit Belastung und Entlastung in physiologischen Ausgleich gebracht werden können. Das normale Gebiß steht im Artikulations- oder Konstruktionsgleichgewicht, d. h. treffen die beiden Zahnreihen in normaler Okklusion zusammen, — — den Begriff der normalen Okklusion dürfen wir als eindeutig und bekannt voraussetzen, — so sind die einzelnen Zähne durch ihren anatomischen Bau, ihr Widerlager im Kiefer, ihre Stellung zueinander in der Lage, die schädigenden Kaudruck-Komponenten zu kompensieren. Druck und Gegendruck heben sich auf, die Zähne stehen in der Gleichgewichtslage. Die Wichtigkeit dieses Artikulations-Gleichgewichtes hat neben anderen Autoren vor allen Godon nachgewiesen. In seiner Arbeit: „Betrachtung über die mechanische Wirkung des

Kiefers und die Anwendung auf die praktische Zahnheilkunde" (Z. f. Z. Orth. 1907) zeigt er, welche Schädigungen schon durch die geringe Störung dieses Artikulationsgleichgewichtes etwa bei Verlust eines einzigen Zahnes eintreten müssen. Er behauptet und beweist, daß sogar bei ständiger Vernachlässigung der Verlust sämtlicher Zähne eintreten kann.

Wir sehen also, daß wir von der zahnärztlichen Prothetik aus empirisch auf den Begriff „Kaudruck" und die Idee der Kaudruckmessung hingeleitet werden. Doch darüber hinaus dürfte es interessant und für unsere Betrachtung notwendig sein, den Wert und den Zweck der Kaudruckmessung überhaupt wissenschaftlich zu präzisieren. Wir können dies nicht überzeugender und besser tun, als es in der Zeitschrift für zahnärztliche Orthopädie im Jahre 1911 Witthaus und Körbitz vollbracht haben, und wollen uns darum den geradezu klassischen Ausführungen von Witthaus hier wörtlich anschließen:

„Für den urteilsfähigen Zahnarzt kann der Wert zuverlässiger Kaukraftmessungen keinem Zweifel unterliegen. Ist es doch diese Kraft, welcher unser konservatives und prothetisches Operationsprodukt fortwährend ausgesetzt wird, welche auch auf die Resultate der othodontischen Behandlung und der Extractionen, sowie auf die Alveolar Pyorrhoe den größten Einfluß hat. Es ist in der Tat verwunderlich, daß die hervorragenden Zahnärzte aller Länder nicht schon lange nach einem Kaukraftmesser verlangt resp. einen solchen sich konstruiert haben. Ohne solchen muß vor allem unsere Arbeit, sofern sie die Organe der Mastikation wiederherstellt und ersetzt, ein empirisches Stückwerk bleiben. Was würde man von einem Architekten sagen, welcher Türme und Schornsteine bauen wollte, ohne den Winddruck zu berechnen und bei der Konstruktion zu berücksichtigen; von dem Brückenbauer, der nicht die Festigkeit einer Brücke basiert auf der Inanspruchnahme, sondern sie für Fußgänger, Wagen und Eisenbahnzüge von gleicher Stärke baute, was von dem Straßenbauer, der nicht die Art des künftigen

Verkehrs, dem Werkzeugfabrikanten, der nicht den Widerstand des zu bearbeitenden Materials, dem Wagenbauer, der nicht die Last und Inanspruchnahme des Wagens bei der Fabrikation der Federn berücksichtigte? Der Zahnarzt jedoch macht Gold-, Porzellan-, Amalgan-, Zementfüllungen mit und ohne Kontur, errichtet Kronen und Brücken, setzt Platten und künstliche Zähne ein, ohne über die Kraft, welcher diese Arbeiten ausgesetzt sein werden, eine mehr als annähernde Vermutung, geschweige Gewißheit zu haben. Er wundert sich, daß in dem einen Mund exponierte Porzellanfüllungen unversehrt bleiben, während in dem anderen Mund die Ränder aller Füllungen bald beschädigt, selbst Schmelzränder gesunder Kauflächen, zuweilen sogar halbe Kauhügel abgesplittert werden. Aus den früh abgekauten Kauflächen kann er zuweilen auf die Stärke der Mastikationskraft Rückschlüsse machen, ebenso auch auf Mißglückungen konservativer Behandlung. Aber die Kaukraft vorher berechnen, sie sicher kennen und darauf die Art seiner Behandlung basieren, kann er nicht, dafür müßte er die Kaukraft vorher messen können, und hierfür fehlt ihm das Instrument. Hätten wir einen Gnathodynamometer, so könnten wir viele Fehlschläge verhindern, bei geringem Kaudruck an sichtbaren Stellen Porzellan anwenden, bei abnorm starkem Kaudruck die Art der Präparation und des Materials den besonderen Verhältnissen anpassen. Jetzt sind wir auf Vermutungen angewiesen, es sei denn, daß es sich um ältere Personen handelt, deren niedergekaute Molarenkauflächen auf starken Mastikationsdruck hinweisen. Doch ist auch dieses Kriterium trügerisch, da es auf weiche Struktur der Kronen oder auf reibenden Einfluß besonderer Nahrung weisen mag, bei normalem Kaudruck. Allein das Absplittern gesunder Schmelzränder deutet auf besonders große Kraft der Kaumuskulatur".

Diese Darlegungen Witthaus' geben ein klares Bild von der wissenschaftlichen Bedeutung der Kaudruckmessung für das gesamte Gebiet der Zahnheilkunde. In Anbetracht der Tatsache, daß Witthaus hier von allgemein wissenschaftlichen Gesichtspunkten großen Stils ausgeht, wollen wir

uns nunmehr der Mühe unterziehen, die Notwendigkeit des Kaudruckmessers aus den Erfordernissen der alltäglichen Praxis heraus zu erweisen.

Als objektiv wissenschaftliche Betrachter der Dinge müssen wir allerdings mit einer Einschränkung des Gesagten beginnen; das heißt ohne an den Worten von Witthaus rühren zu wollen, müssen wir feststellen, daß eine Kaudruckmessung im Sinne einer mathematisch exakten Berechnung überhaupt ein Unding ist. Diese etwas kraß aussehende Behauptung erklärt sich einfach aus der Tatsache, daß der Kaumechanismus, an dem wir unsere Messung vorzunehmen haben, keine Maschine ist, sondern ein Teil des menschlichen Organismus mit allen individuellen Verschiedenheiten und Unberechenbarkeiten, die einem solchen naturnotwendig eigen sind und sich nicht nur unserer Berechnung in Zahlen, sondern auch unserer Beobachtung entziehen. Ein solches Moment ist zum Beispiel die Angst des Patienten, sich beim starken Zubeißen die Zähne zu schädigen, oder die Ermüdung der Kaumuskulatur. Gleichviel darf uns diese sachliche Erkenntnis nicht davon abhalten, an dem Problem der Kaudruckmessung weiter zu arbeiten. Wir müssen vielmehr bestrebt sein, bei unseren Messungen Mittelwerte zu erlangen, die den objektiven Idealwerten — — nach Obigem ist dieser Begriff wohl verständlich — — möglichst nahe sind. Unsere Apparate müssen so gebaut werden, daß alle in der Natur des menschlichen Organismus begründeten Fehlerquellen nach Möglichkeit kompensiert oder ausgeschaltet werden. Wenn wir von der mathematischen Exaktheit der Messergebnisse absehen, so müssen wir trotzdem zu der Überzeugung kommen, welchen nützlichen Einfluß die Kaudruckmessung auf die Entscheidung des Arztes hinsichtlich einer einzuschlagenden Therapie haben kann. Die von unseren Patienten gegebenen Schilderungen, mit eigenen oder künstlichen Zähnen gut bezw schlecht kauen zu können, sind individuell verschiedene, für therapeutische Zwecke also höchst unsichere und unbrauchbare subjektive Meinungsäußerungen.

Haber sagt hierzu erläuternd: „Sind bei dem einen Patienten 10 Kilo am mittleren Schneidezahn eine erhebliche Leistung, weil er mit allen anderen, zum Beispiel durch Alveolarpyorrhoe gelockerten Zähne nur 3 bis 5 Kilo zerlegt, so kann bei dem anderen Patienten die Kaukraft von 15 Kilo am gleichen mittleren Schneidezahn eine erhebliche Schwächung bedeuten, wenn er mit dem seitlichen Schneidezahn 18 Kilo und allen anderen übrigen Zähnen eine entsprechende Mehrleistung vollbringt. Es könnte also in diesem Falle zum Beispiel auch ohne Röntgenbild sofort auf eine Schwächung des Zahnes in seiner Alveole geschlossen werden, sei es durch Resorption der Wurzel, Granulombildung oder Schwächung der Wurzelhaut infolge einer überstandenen Wurzelhauterkrankung."

Bei der Behandlung lockerer Zähne bietet zum Beispiel zur Zeit die vergleichende Messung des Kaudruckes vor und nach der Behandlung das einzig exakte Kriterium für den Erfolg der Behandlung, den man eben bisher nur rein gefühlsmäßig feststellen konnte. Die Bedeutung, die die Kaudruckmessung hierdurch für die Paradentosen-Forschung und Behandlung scheinbar bekommt, erhellt hiermit ohne weiteres. Allerdings müssen wir auch hier den Vorbehalt machen, daß die erzielten Meßresultate durch suggestive Beeinflussung des die Messung vornehmenden Arztes ihren realen Wert verlieren können.

Zweifellos dient es der Ausdehnung und der wissenschaftlichen Fundierung ärztlich praktischer Erfahrung, wenn man Angaben, die sich bisher nur in Allgemeinplätzen, wie: ein Gebiß sitzt gut, schlecht und ähnliches ausdrücken ließen, zahlenmäßig belegen kann. Unsere Argumentation dem Laien gegenüber bekommt ein viel stärkeres Gewicht und bessere Überzeugungskraft, zum Nutzen unserer Patienten. Wir brauchen hier nur an die oft uns notwendig erscheinenden Änderungen von Prothesen zu denken. Bei unseren bisherigen Versuchen, den Patienten von der Notwendigkeit der Arbeit zu überzeugen, stießen wir oft auf fast unüberwindliche Hindernisse äußerlicher Natur. Nunmehr wird

es uns leichter, unsere Ansicht überzeugend zu vertreten, wenn wir dem Patienten an Hand von Kaudruckmessungen zahlenmäßig nachweisen können, daß seine eigenen Zähne durch eine ungeeignete Prothese 1/3 oder 2/3 ihres Kauwertes verloren haben und gänzlich verloren wären, wenn er sich nicht zu der vorgeschlagenen Änderung seiner Prothese entschließen würde. Diesen Argumenten wird sich selbst ein zaghafter Patient kaum entziehen können. Die Bedeutung der Kaudruckmessung für die Untersuchung von Kronen und Brücken ergibt sich aus dem bisher Gesagten sofort, wenn man noch bedenkt, daß auch die Unzweckmäßigkeit irgend einer Brücken-Konstruktion sich nicht immer dem Patienten durch Schmerzen oder Unbehagen, das von ihm als „schlecht kauen können" bezeichnet wird, kundtut. Wie oft liegen die Fehler einer Brückenarbeit, wie Kristiansen in seiner Arbeit: „Der funktionelle Wert der Brückenarbeit" nur zu richtig bemerkt, in dem Mangel an Berücksichtigung der Artikulationsverhältnisse und daher in fehlerhafter Belastung der Brückenpfeiler. So lange der Patient „gut beißen" kann, wird jeder Versuch, ihn von der Fehlerhaftigkeit der Brücke zu überzeugen, fehlschlagen. Erst Kaudruckmessungszahlen werden das ihrige hierzu tun. Weiterhin gibt uns die Kaudruckmessung eine Möglichkeit, die Subjektivität in der Empfindlichkeit eines Zahnes etwa auf Beklopfen auszuschalten. Vergleichende Messungen der anderen Zähne, d. h. des von den anderen Zähnen geleisteten Kaudruckes im Verhältnis zu dem eines etwa empfindlichen Zahnes werden sofort zeigen, ob es sich bei dem Patienten um eine normale oder konstitutionell übersteigerte bisweilen geschwächte Klopfempfindlichkeit handelt. Auch hieraus sind wieder wichtige Rückschlüsse auf den status des Gebisses gegeben. Durch frühzeitige Erkenntnis des beginnenden oder bereits vorhandenen latenten Krankheits-Stadiums wird es uns dann möglich sein, die Ausbreitung und Vertiefung der Erkrankung zu verhindern. Hier denke ich besonders an Zahnbetterkrankungen, Paradentosen. Nicht viel anders steht es bezüglich der Mundchirurgie: Messungen des Kaudrucks eines

Zahnes vor und nach erfolgter Wurzelspitzenresektion; Vergleichsmessungen an korrespondierenden Zähnen.

In der Schulzahnpflege wird es mitunter auch gelingen, irreführende Angaben ängstlicher Kinder durch vergleichende Messungen auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen. Allerdings greift hier die bereits geäußerte und sicher nicht unbegründete Skepsis hinsichtlich der Meßergebnisse besonders Platz. Denn man darf nicht vergessen, daß Kinder auch hier aus Angst vor großen umfangreichen Apparaten die notwendigen Kaufunktionen nicht richtig, nicht gleichmäßig ausführen, besonders wenn es sich darum handelt, die Empfindlichkeit von Zähnen durch vergleichende Kaudruckmessungen diagnostisch zu deuten.

In der Kriegs-Kiefer-Chirurgie haben Kaudruckmessungen mitunter wertvolle Anhaltspunkte für den Grad der Dienstbeschädigung zur Ermittlung von Renten-Ansprüchen geliefert.

In der gerichtlichen Zahnheilkunde können Kaudruckmessungen, die vor und nach einer Behandlung vorgenommen und schriftlich im Krankenblatt des betreffenden Patienten festgelegt werden, die Richtigkeit einer Behandlung entscheidend dartun, wenn der beklagte Zahnarzt, dem etwa eine Schädigung durch eine vorgenommene Behandlung vorgeworfen wird, zahlenmäßig eine Erhöhung des Kaueffektes nachweisen kann. Besonders wertvoll ist dies, wenn die Tragfähigkeit eines Stückes von plötzlich zahlungsunlustigen Patienten angezweifelt wird.

Nicht zu vergessen ist schließlich das wichtige und weite Feld der Orthodontie.

Hier wollen wir Körbitz kurz zu Worte kommen lassen: „Vom orthodontischen Standpunkt und besonders für den in der Verankerungskunst Unerfahrenen wäre es von größtem Interesse und Wert, wenn wir für die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Zähne bezüglich ihres Alveolarteiles eine tabellarische Übersicht hätten.“ Die verschiedenen Anomalien des Bisses und der Kieferstellung in ihrer Kaudruckleistung vor, während und nach der orthodontischen Behandlung

beobachten zu können durch die vergleichende Gegenüberstellung von Meßzahlen würde für den Praktiker von großem Wert sein.

Unsere Ausführungen haben hinlänglich nicht nur die wissenschaftliche Existenzberechtigung, sondern trotz unserer gemachten Einschränkung, die ein Warnruf vor blinder Ausübung der vorgeschlagenen Messungen sein soll, den praktischen Wert der Kaudruckmessung erwiesen. Wenn wir uns nun zur Aufgabe gemacht haben, über die beiden modernsten Apparate, die den bisher geschilderten Aufgaben und Zwecken dienen sollen, vergleichende Untersuchungen anzustellen, so ist es notwendig, einen historischen Überblick über die Entwicklung der Kaudruckmessung zu geben. Um den fortschreitenden Gang der Entwicklung verfolgen zu können, deren Resultat die heute zu besprechenden Apparate darstellen, wählen wir den historischen Weg und treten jetzt in die Beschreibung der einzelnen Systeme ein. Alle Systeme auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen, soll eine spätere Aufgabe sein.

Bereits gegen Ende des 17. Jahrhunderts hat der Anatom Borelli, Professor an der Jesuitenschule in Rom, experimentelle Untersuchungen über die Kaukraft des Menschen angestellt. Er berichtet in seinem bekannten Werke „De motu animalium" sehr ausführlich darüber. Die Untersuchung nahm er mittels einer über die Molaren des Unterkiefers gelegten Drahtschlinge vor, die er unter dem Kinn vereinigte und mit verschiedenen Gewichten belastete. Es wurden Gewichte von 60 bis 200 Kilogramm gehoben. Borelli wandte die bereits bekannten Gesetze der Mechanik auf die Muskelbewegung der Kiefer an. Daß er zu ganz enorm hohen Resultaten kam, erklärt sich einmal daraus, daß bei seiner Methode neben der Kau-Muskulatur auch die Nackenmuskulatur in Anspruch genommen wurde. Außerdem scheint er seine Messungen nur an besonders kräftigen Männern vorgenommen zu haben.

Nach demselben Prinzip offenbar aber ganz unabhängig von Borelli hat fast 200 Jahre später im Jahre 1870 in

Deutschland zum ersten Mal der Berliner Zahnarzt Sauer Versuche über den Kaudruck beim Menschen angestellt. Er bediente sich hierbei einer ganz primitiven Apparatur, die eigentlich nur aus einer durchlöcherten Eisenplatte bestand, an der ein bestimmtes Gewicht mit Draht aufgehängt war. Bei der Messung stellte man das Gewicht auf den Erdoden und schob die Eisenplatte so weit nach hinten über die zweiten Molaren, als es die Mundwinkel eben zuließen. Beim Schließen des Mundes wird das Gewicht um bestimmbare Höhe gehoben. Sauer's Untersuchungen lieferten entsprechend der Primitivität seiner Methode nur recht ungenaue Resultate.

Ebenfalls nach dem Prinzip der Hebelwage war der Kaudruckmesser des Erlanger Physiologen Rosenthal (1896) konstruiert, freilich schon mit einer Skala versehen, an der die gemessenen Werte abzulesen waren.

Aus der gleichen Zeitepoche stammen die ersten amerikanischen Versuche der Kaudruckmessung von Dennis (Chicago) und auf ihm basierend 1893 Black's Gnathodynamometer.

Black legte großen Wert darauf, die Kaukraft unabhängig von der Nackenmuskulatur zu messen. Sein Apparat, der etwa das Aussehen des Heister'schen Mundsperrers hat, geht von dem Prinzip der Gewichtsbelastung des Unterkiefers ab. Er ist handlich gebaut und setzt, zwischen die Zahnreihen gebracht, dem Unterkiefer einen gut meßbaren durch Federkraft erzeugten Widerstand entgegen. Die durch das Zusammendrücken der Kiefer geleistete Kraft kommt in der Stellung eines Federzeigers zum Ausdruck und ist auf einer Skala abzulesen. „Dieses Gnathodynamometer, sagt Schröder, konnte fast an jeder Stelle des Zahnbogens angelegt werden, und es ermöglichte die Kaudruckmessung einzelner Zähne und Zahngruppen in ihrem Vergleich untereinander".

Black wies durch seine Untersuchungen nach, daß der Druck im Bereiche der Molaren bedeutend größer ist als zwischen den Prämolaren und Incisivi. Als Durchschnittskraftleistung zwischen den Molaren gab er 77,7 kg an. Auf

Grund seiner zahlreichen Untersuchungen stellte er ferner fest, daß die Kaukraft in den meisten Fällen gar nicht voll zur Auswirkung kommen kann, behindert durch die Empfindlichkeit des Periodonts: d. h. also nicht mehr und nicht weniger: eine exakte Messung des Maximalkaudrucks ist überhaupt unmöglich. Vielmehr registriert ein jeder Kaudruckmesser nur die Grenze der Widerstandsfähigkeit des Periodonts, die natürlich erheblichen individuellen Schwankungen unterworfen ist. Hierbei ist zu bemerken, daß die immensen Leistungen von Berufsbeißern, die auf Jahrmärkten etc. Glas und Eisen zerbeißen und dabei einen Kaudruck von 500 Kilo und mehr entwickeln, durch systematische Abhärtung und Trainierung der Wurzelhaut erreicht werden, jedoch als Kräfte, die über die physiologische Kaukraft hinausgehen, gelten müssen, und darum für die wissenschaftliche Betrachtung nicht von Bedeutung sind. Wir brauchen uns auch gar nicht auf so extreme Fälle zu beziehen, um die Schwankungen in der Empfindlichkeit der Wurzelhaut zu erkennen. Macht doch manche neue Brücke dem Patienten so lange Kaubeschwerden, bis das Periodont der Stützpfeiler sich an die erhöhte Inanspruchnahme gewöhnt hat.

Umgekehrt führt bekanntlich jede Einschränkung der Kautätigkeit zu einer Steigerung der Empfindlichkeit der Wurzelhaut, eine Erscheinung, die ja aus der täglichen Praxis allbekannt ist. Black machte ferner die interessante Feststellung, die er auch experimentell nachwies, daß dem gewöhnlichen, durch die Sensibilität der Wurzelhaut in bestimmten Grenzen gehaltenen Kaudruck die Stärke der Zähne völlig angepaßt, gewissermaßen parallel ist. Beim normalen Kauen kommen bekanntlich Beschädigungen mechanischer Art an intakten Zähnen nicht vor. Nur ganz ausnahmsweise, wenn z. B. kleine Steine, Schrot oder sonstige harte Körper unerwartet zwischen die Zahnreihen kommen und den Kaudruck plötzlich zur Wirkung kommen lassen, übersteigt dieser auf kleine Flächen plötzlich konzentrierte Druck die Festigkeit des Schmelzmantels, und es kommt zu Absplitterungen oder Frakturen. Dieser rein

physikalisch leicht erklärbare Vorgang ist natürlich für unsere Prothetik von größter Bedeutung. Wichtig waren schließlich noch die Untersuchungen von Black über den Kaudruck, der zur Zerkleinerung verschiedener Nahrungsmittel nötig ist. Er benutzte hierzu einen besonders konstruierten Phagodynamometer. Trotzdem das Blacksche System mannigfacher Kritik wegen der Verwendung der Federwage unterworfen worden ist, so hat es dennoch vielfache Nachahmungen gefunden, in denen ebenfalls die Feder als Druckmesser benutzt wird. Ich möchte hier die Apparate von Dieck, Berten, Arnone und Hentze nennen. Den Haberschen Apparat, der auch hierzu zu rechnen ist, wollen wir später gesondert besprechen.

Einen ganz neuen Weg beschritt dagegen Schwander. Bei seinem Apparat ist die Feder durch einen Öldruckstempel ersetzt. Riechelmann schreibt darüber: „Schwanders Apparat überträgt den auf die durch Bleiplatten geschützten Aufbißplatten wirkenden Druck durch Ölstempel auf einen Manometer, von dem der Druck abgelesen wird."

Eingehender hat sich Eckermann (Schweden) 1911 mit dem Kaudruck und seiner Messung beschäftigt. Auch er versuchte schon die Mängel der bisherigen Meßmethoden zu umgehen. Er verwirft die Feder als Kraftmesser und ist bemüht, andere Muskelgruppen auszuschalten, durch deren gleichzeitige Funktionen die Kraftleistung der Kaumuskeln verdeckt werden könnte. Aus der Überlegung heraus, daß der Unterkiefer einen einarmigen Hebel darstellt, an dem die statischen Momente gleich sind, kommt er zu dem praktischen Schluß: einen fest zusammengebissenen Kiefer zu öffnen, erfordert ebenso viel Kraft, wie er beim Schließen überwinden kann. Dieser Satz wird ihm zur Grundlage seines Meßverfahrens. Er sucht nicht mehr durch Zusammenbeißen der Kiefer die aufgewendete Kaukraft zu messen, sondern schlägt den umgekehrten Weg ein. Er belastet den festliegenden gegen den Oberkiefer angesetzten Unterkiefer durch ein allmählich und gleichmäßig schwerer werdendes Gewicht und stellt fest, bei welcher Gewichtsbelastung der

Kieferschluß gelöst wird. Eine wertvolle Ergänzung finden die Ergebnisse über den Kaudruck und seine Messung durch die Arbeiten Morellis Budapest vom Jahre 1913.

Morelli stellt die Zeit als Faktor in Rechnung und bezeichnet die Zeit mal dem in ihr geleisteten Kaudruckwert als Druckkonstante. Er zeigt, daß diese Konstante der sehr verschiedenen großen Oberfläche der Wurzel proportional ist. Der Druck wurde in kg., die Zeit in Minuten als Einheit gemessen. Als Apparat diente ihm für seine Untersuchungen das Colinsche Dynamometer. Waren seine Meßergebnisse auch infolge Mangelhaftigkeit der Apparatur fehlerhaft und ungenau, so sind seine Erkenntnisse über das Wesen des Kaudrucks von so fundamentaler wissenschaftlicher Bedeutung, daß wir sie hier nicht übergehen können. Er hat die These aufgestellt, daß man die Alveole mit dem dazugehörigen Zahn einer hydraulischen Presse vergleichen könne, auf deren Kolben von innen einerseits der Blutdruck, von außen andererseits der Kau- und Luftdruck wirken. Morelli faßt die Resultate seiner Kaudruckmessung folgendermaßen zusammen:

„I. Wenn der Zahn während einer gewissen Zeit einem gewissen Druck ausgesetzt wird, so wird er schmerzhaft und später parästhetisch.

II. Die Schmerzhaftigkeit und die Parästhesie entstehen bei größerem Druck schneller, bei kleinerem langsamer.

III. Die Zeit und Druckwerte miteinander multipliziert geben bei normalen Verhältnissen eine Konstante, und zwar für den oberen zentralen Incisivus z B. 12 bis 15. Diese Zahl bedeutet, daß unter 12 bis 15 kg Druck der Zahn in einer Minute schmerzhaft und parästhetisch wird. Diesen Wert bezeichne ich von nun an als Druckkonstante.

IV. Beim gesunden oberen Zentralen kommen Werte unter 10 nicht vor; bei Pulpitis oder Periodontitis vermindern sich die Werte sehr schnell.

V. Die Druckkonstante schwankt zwischen gewissen Grenzen selbst bei normalen Verhältnissen. Vorübergehende

Krankheiten wie Influenza oder Gravidität, Unterernährung etc. vermindern denselben in auffallendem Grade. Bei Frauen findet man gewöhnlich 15 bis 20% kleinere Werte.

VI. Die Druckkonstante ist der Oberfläche der Zahnwurzel proportional."

Morelli berechnet also den Kaudruck nicht mehr nach Gewicht gemessen, in kg, sondern nach Druckatmosphären, d. h. Gewicht pro Zeiteinheit, ähnlich wie dies später auch Tholuck getan hat.

Wir kommen nun zu dem Kaudruckmesser von Dieck 1909. Über ihn berichtet Haber folgendes: „Der Dieck'sche Apparat ist ein Manometer. Er besteht aus einem bogenförmigen Rohr aus Hartmetall mit Wasserfüllung, die inkompressibel ist, das Rohr streckt und dadurch an der Skala einen Ausschlag gibt. Diese Konstruktion nach Art der Registriermanometer ausgebildet ergibt absolut einwandfreie Resultate. Leider erschwert die Kostspieligkeit die Anschaffung für die Praxis. Als ein zweites belastendes Moment kommt hinzu, daß auch dieser Apparat an den Mahlzähnen nur seitlich einführbar ist, und somit nur buccale Einzelmessung ermöglicht."

Hiernach wären zu nennen die Arbeit von Rumpel 1914 über „Die Wirkungen des Kaudrucks im normalen und pathologischen Gebiß" und die zahnärztliche „Prothese" und von Dietz 1920 „Über den Wert der Kaudruckmessung bei Dienstbeschädigung und Kriegsverletzung", beides bedeutsame Spezialfragen, auf deren Wichtigkeit schon andeutungsweise hingewiesen wurde.

Einen neuen Apparat konstruierte 1916 Hentze in Kiel. Er beschreibt selbst seinen Apparat: „Den Kaudruck prüft man am besten mit dem von uns angegebenen Kaudruckmesser, der nach dem Prinzip des Dynamometers konstruiert ist, nur daß mit der Feder zwei verstellbare Hebel verbunden sind, auf die die Zähne ihren Druck ausüben. „Hentze versuchte ferner den Begriff der Kaueinheit pro Zahn festzulegen, um bei der Gewährung von Zahnersatz durch

die Träger der Sozialversicherung, Landesversicherungsanstalt, Reichs-Angestellten- und Invalidenversicherung sowie Krankenkassen eine entscheidende Norm und Richtlinie zu schaffen.

Max Müller's Arbeit über „Grundlagen und Aufbau des Artikulations-Problems" vom Jahre 1925 zeitigte ein für uns sehr bedeutsames Resultat. Er definiert als Kaudruck den an jedem Zahn zustande kommenden Druck und unterscheidet hiervon sorgsam die Kaukraft, d. i. die Kraft des Muskels, die den Druck bewirkt. Das Ergebnis seiner Berechnungen ist die Gleichung:

$$\text{Der Kaudruck eines Zahnes} = \frac{\text{Hebellänge der Zahnentfernung}}{\text{Kaukraft mal Hebellänge}}$$

wobei unter Hebellänge zu verstehen ist die Entfernung vom Kieferdrehpunkt. Die praktische Erkenntnis, die darin liegt, ist die Tatsache, daß man den Kaudruck wohl messen, die Kaukraft nur berechnen kann.

Mit zwei verschiedenen Meßapparaten beschäftigte sich im Jahre 1920 Günther in Chemnitz. Sein Apparat zum Teil nach Hebel- zum Teil nach Federsystem konstruiert, ähnelt sehr dem von Black konstruierten und bereits beschriebenen. Als Schraubenfederapparat ermöglicht der „Günthersche Messer" allerdings die Einzelmessungen an Lingualflächen. Sein zweiter Apparat beruht auf der sogenannten Kugelmeßmethode, mit deren Hilfe es gelang, die auftretenden Kräfte in meßbare, mechanische Eindrücke umzusetzen.

Des weiteren hat der Breslauer Physiologe Hürthle 2 Kaukraftmesser konstruiert, die beide auf dem Prinzip der Blackschen Blattfeder basieren. Hürthle beschreibt seinen Apparat wie folgt: „Zur Messung der von den Kaumuskeln aufgebrachten Kraft dient, wie bei der Mehrzahl der Kraftmesser, eine Stahlfeder, die so geformt ist, daß sie zwischen die Kiefer geschoben, durch eine Beißbewegung zusammengedrückt wird."

Der Kaudruckmesser von Kristiansen, der erst vor etwa 2 Jahren in Kopenhagen von ihm konstruiert wurde, zeichnet sich durch das Parallelzangenprinzip aus und beseitigt damit die Ungenauigkeit des Blackschen Apparates. Auch dem bereits erwähnten Güntherschen Apparat entspricht dieser Kaudruckmesser in der Idee. Kristiansen schreibt selbst über seinen Apparat bezüglich der Handhabung desselben: „Die Zahnreihen drücken beim Zusammenbeißen auf die Branchen eines aus bestem Stahl verfertigten zangenartigen Instrumentes, dessen Griffenden auf eine zwischen ihm angebrachte genügend kräftige Spiralfeder wirken. Die Größe des ausgeübten Kaudruckes läßt sich dann daraus erkennen, wie weit die Feder zusammengepreßt wird. Zum raschen genauen Ablesen der Kilogrammzahl dient eine Skala, die durch vorherige Eichung erhalten worden ist." Nicht vergessen dürfen wir die Namen Gysi und Pfaff. Gysi wies in ausführlichen Arbeiten nach, daß wir bei Berechnung der Kaukraft niemals eine Kieferseite allein in Betracht ziehen dürfen; denn dadurch, daß beide Kieferseiten gleichzeitig tätig sind, bedarf es auf der „Arbeitsseite" weniger Kraftaufwand.

Pfaffs' Apparat ist nach dem Blattfederprinzip gebaut. Es handelt sich im wesentlichen um einen starken Federhebel, der mit einem drehbaren Doppelhebel in Kontakt steht, auf dessen langem Schenkel wiederum der Stempel einer Meßuhr ruht, die den ausgeübten Druck in kg anzeigen soll.

Last not least zu würdigen wären an dieser Stelle die Arbeiten von Schröder. Schröder's Abhandlungen über die Kaudruckmessung sind so umfangreich — er hat sie in seinem letzten Werke „Lehrbuch der technischen Zahnheilkunde" niedergelegt — daß ein ausführliches Eingehen auf sie viel zu weit gehen würde. Neben einer ausführlichen Besprechung alles bisher auf dem Gebiete der Kaudruckmessung Geleisteten in ziemlich historischer Reihenfolge beschreibt er seine eigenen Apparate. Von den im Schröderschen Buche erwähnten Apparaten sind 4 besonders

bemerkenswert, d. h. 2 von ihm selbst, 1 von Schröder-Cassel und der, der auf der Brinellischen Kugelprobe basiert. Der eine von Schröder in Gemeinschaft mit Janicki unter Berücksichtigung der Thesen Heads, Chicago, konstruierte Apparat war eigentlich kein direkter Kaudruckmesser. Er bezweckte vielmehr die Messung der Widerstandskraft der verschiedenen Nahrungsmittel, um daraus Rückschlüsse auf den Kaudruck zu ziehen.

Der zweite direckte Kaudruckmesser ist, wie Haber richtig erkannt hat, darum zweifellos nicht als vollkommen anzusprechen, weil er Messungen nur bis zum ersten Molaren zuläßt. Die unter Zugrundelegung des Brinellischen Kugelmeßdruckverfahrens in gemeinsamer Arbeit mit Schönwald erzielten Ergebnisse sind ebenfalls unbefriedigend. Sie weichen sogar von Schröders mit eigenen Meßapparaten erzielten Resultaten erheblich ab, ohne daß Schröder eine genügende Erklärung dafür gefunden hätte. Nachdem wir nunmehr wohl fast alle bekannten Kaudruckmeßapparate zum Teil kurz erwähnt, zum Teil nebst den grundlegenden Ideengängen ihrer Erbauer etwas ausführlicher geschildert haben, können wir nun zum Hauptteil unserer Arbeit übergehen, der sich mit den Apparaten von Haber und Heinroth beschäftigen soll. Ehe wir an die Beschreibung der Haberschen Apparatur selbst herangehen, bleibt uns aber noch die Frage offen, weshalb man denn überhaupt nach Schaffung so vieler Apparate, mit denen doch die genannten Forscher zum Teil zweifellos gute, praktische wie wissenschaftliche Ergebnisse erzielten, noch immer an den Bau neuer Apparate geht? Ist denn alles bisher Geschaffene wirklich noch Stückwerk und vor allem nicht geeignet, auch den Weg vom Laboratorium des wissenschaftlichen Forschers in die Arbeitszimmer unserer Praktiker zu finden?

Um zur Lösung des Problems „Kaudruckmessung" beizutragen hat die Rotterdamsche Tandheelkundige Vereeniging im Jahre 1911 ein Preisausschreiben erlassen, dessen Bedingung gewissermaßen die Forderungen enthält,

die man an einen idealen Kaudruckmesser zu stellen hat. Dieses Preisausschreiben liefert uns den geeignetesten Maßstab für unsere kritische Betrachtung aller bisher angegebenen Apparate Wir lassen zunächst den Wortlaut des Preisausschreibens folgen:

Preisausschreiben.

Die Rotterdamsche Tandheelkundige Vereeniging (Rotterdamer zahnärztlicher Verein) setzt einen Preis aus im Betrage von 300 Gulden für die Erfindung eines

Gnatho-Dynamometers,

d. h eines Instrumentes, zur Feststellung der Kraft des Bisses, das für die Zwecke der zahnärztlichen Praxis geeignet ist·

I. Das Instrument soll einen Druck bis zu 150 kg aushalten können und zwar bis auf 20 kg in Kilogramm genau; darüber darf die Abweichung bei Messungen höchstens 2 kg betragen.
II. Die Kontaktplatten müssen auf einer Distanz von höchstens 1 cm von außen gemessen, von einander in den Mund geführt werden können. Falls jedoch diese Distanz geringer sein sollte, so würde dies bei der Beurteilung vorteilhaft betrachtet werden.
III. Bei größerem Druck als 20 kg soll das Gewicht entweder sogleich abgelesen werden können oder auf bequeme Weise zu berechnen sein.
IV. Obwohl das Instrument den Druck nur nach einer Richtung hin zu messen braucht, soll es trotzdem auch bei einer mäßigen Seitenverschiebung funktionieren.
V. Bei den Frontzähnen braucht nur der Druck beim Aufeinanderbeißen der Schneidezähne und nicht etwa der Überbiß gemessen werden.
VI. Das Instrument soll möglichst einfach und solide sein, und sofern es mit dem Munde in Berührung kommt, sterilisierbar.
VII. Die Kontaktplatten dürfen die Zähne nicht beschädigen. Die Form der Backen soll so sein, daß der Druck auf

einer willkürlichen Stelle zwischen den Kauflächen ausgeübt werden kann.

VIII. Sollte das Instrument durch längeren Gebrauch ungenau geworden sein, so muß es wieder gestellt werden können. — Vorweg sei gleich gesagt, daß dieser allen Anforderungen genügende Apparat bisher wohl kaum geschaffen worden ist, sei es, daß die Meßapparate eben rein technisch-mechanisch nicht die Bedingungen des Preisausschreibens erfüllten, sei es, daß die Meß- und Berechnungsmethoden der Autoren fehlerhafte Resultate ergeben mußten, weil sie z. T. von falschen Voraussetzungen ausgingen.

Wenn wir zurückgreifend Borellis Arbeiten betrachten, so erkennen wir in der Tatsache, daß er eben neben den Kaumuskeln andere Muskelgruppen mit in die Berechnung einbezog, einen Grundfehler, der das gewonnene Bild unbedingt zu einem unklaren und verzerrten machen mußte.

Witthaus sagt von Blacks Apparat gelegentlich: „Das Hauptgebrechen des Instrumentes ist die große Entfernung der Bißplatten 2,54 cm, die auch beim stärkstmöglichen Zusammenbeißen nur auf 1,27 cm zurückgebracht werden kann. Bei diesem Abstand der Kauflächen kann, vor allem bei den Molaren, längst nicht die volle Kraft der Kaumuskeln zur Geltung kommen. Zudem sind die Bißplatten so breit, daß sie oft zwei Zähne einer Zahnreihe bedecken. Auch ist die Skala zu klein. Die Tiefe der Bißplatten ergibt Ungenauigkeiten bis zu 10 %. Die Hartgummibedeckung erscheint ungeeignet, da das Material wegen seiner geringen Härte zu dick sein muß und sich nicht den Konturen der Kaufläche anschmiegt."

Ebenso wie der Apparat Blacks beruhen die Kaudruckmesser von Dieck, Berthen, Arnone und Hentze auf der Anwendung der Federwage; diese ist aber als Kraftmesser kein zuverlässiges Instrument. Sie ist aus diesem Grunde in manchen Ländern verboten.

Zu Eckermanns Verfahren wäre zu sagen, daß seine Berechnungen nicht als einwandfrei gelten können. Er läßt die Tatsache unberücksichtigt, daß, wie Max Müller angab, der Kaudruck in der Richtung der Zahnwurzeln liegt. Ferner sind die von ihm bei der Momentengleichung in Rechnung gestellten Hebellängen unrichtig. Sie sind vielmehr den senkrechten Abständen der Kraftrichtungen der einzelnen Zähne vom Unterstützungspunkt des Hebels am Condylus gleichzusetzen. Ferner würde der aus dem Kaueffekt eines einzelnen Zahnes, z. B. des ersten Molaren, für die Zähne anderer Bauart, insbesondere für die Frontzähne, errechnete Wert nur dann dem in Wirklichkeit vorhandenen Wert des Kaudrucks entsprechen, wenn dieser einzig und allein von der absoluten Kraftleistung der Muskulatur abhängen würde. Dem ist aber nicht so! Wie bereits ausgeführt, wird die Wirkung der Kaumuskeln sehr erheblich durch die Empfindlichkeit der Wurzelhaut und ihrer Umgebung eingeschränkt. Ferner wird die Druckleistung der Zähne von der Art ihrer Fundamentierung im Kiefer, von der Größe und der Oberfläche ihrer Wurzeln und deren Verhältnis zur Angriffsfläche der Kronen und nicht zuletzt von ihrer Stellung zur Kauflächenebene abhängig sein. Alle diese Faktoren sind von Eckermann nicht genügend berücksichtigt worden. Bei Schwander-Lichteig sind zwei Dinge dafür verantwortlich, daß die Messungen nicht den tatsächlichen Werten entsprechen. Der Apparat muß bei der starken Belastung und Druckwirkung, der er infolge seiner Bestimmung naturgemäß ausgesetzt ist, um nicht verbogen zu werden, ziemlich groß sein. Er wird dadurch unhandlich und ungeeignet. Ein zweiter Übelstand des Apparates liegt in den starken Reibungsmomenten, die die Messungen ungenau und darum unbrauchbar machen. Schließlich verbietet der teure Herstellungspreis des Apparates dem Durchschnittspraktiker die Anschaffung.

Auch Morellis Apparatur ergab nur ungenaue Messungen. Es war z. B. nicht möglich, einwandfreie Einzelmessungen an Molaren vorzunehmen.

Bei Kristiansens Apparat ist es zunächst die Schraubenfeder als Grundprinzip, die uns sehr bedenklich erscheinen muß. Wie diese als physikalisches Instrument überhaupt zu bewerten ist, wissen wir von jeder Federwage her. Die Wärmedifferenzen sind zweifellos nicht ohne bedeutsamen Einfluß auf die vielen Windungen der langen Feder.

Dasselbe trifft für den Güntherschen Apparat zu. Dazu kommt noch als belastendes Moment das Verkanten der ineinanderschiebbaren Hülsen in all' den Fällen, in denen kein senkrechter Schlußbiß vorhanden ist. Je größer nun der Abstand der verschieblichen Hülsen von der Druckfläche ist, umso größer ist auch diese Fehlerquelle.

„Da sich ferner die Bewegung des Unterkiefers in nicht genau kreisförmiger Richtung vollzieht, so müssen sich die Druckpunkte achsial zueinander verschieben. Diese Verschiebung wirkt sich auf einem der außerhalb des Mundes liegenden Hebel aus, so daß ein Verkanten des Meßinstrumentes eintritt." Über die Kugelmeßmethoden wäre zu sagen, daß sie äußerst zeitraubend und umständlich sind, dazu sehr kostspielig und doch nicht genau.

Dieser kurze Überblick liefert uns den Beweis, daß die Kaudruckmessung noch nicht zur Vollkommenheit gelangt ist, er macht uns das Bestreben von Haber und Heinroth begreiflich, einwandfreie Apparate zu schaffen. Die Ideengänge, die auch Haber von der Notwendigkeit der Kaudruckmessungen überzeugt und ihn zum Kämpfer für diese Ideen gemacht haben, sind bereits von uns eingehend erörtert.

Wir wollen uns darum gleich der Konstruktion der Haberschen Apparate zuwenden, drei an der Zahl. Unserer Betrachtung voran wollen wir auf die 10 Forderungen, die Haber an einen idealen Kaudruckmesser stellt und die sich mit denen des Rotterdamer Preisausschreibens fast vollständig decken, noch einmal hinweisen. Da wir diese Bedingungen bereits wörtlich zitierten, wollen wir hier noch die Punkte anführen, mit denen Haber über das Rotterdamer Ausschreiben hinausgeht.

I. Der Apparat muß die Einzelmessung aller Zähne, auch letzter Mahlzähne ermöglichen, ferner von lingualen Kanten, Kauflächen und Füllungen ohne Inanspruchnahme der buccalen Fläche.

II. Der Apparat soll auf einfache Weise die Messung des Ober- und Unterkiefers ermöglichen, jedes Kiefers für sich und beider zueinander, sowohl im ganzen, als auch in großen und kleinen Teilabschnitten.

III. Die Aufbißflächen dürfen höchstens 10 mm voneinander entfernt sein, müssen bis auf 5 mm beim Kaudruck zusammengebracht werden können, bei einer Kraftausübung von 150 kg.

IV. Der Apparat muß die Ausübung der Messung in wenigen Sekunden gestatten (für praktische Zwecke), aber auch eine minutenlange Messdauer (für wissenschaftliche Zwecke) ermöglichen.

V. Die Konstruktion des Apparates muß zu gleicher Zeit die Hand- oder Fingerkraftmessung ermöglichen.

Die 3 Haberschen Apparate sind Entwicklungsphasen der Haberschen Forschung, die im letzten endgültigen Apparat einen gewissen Abschluß erreicht hat. Die erste Konstruktion stammt vom Jahre 1919. Benutzte Morelli seinerzeit die aufgeschnittene Feder, so verwandte Haber genau wie Hentze — doch unabhängig von diesem — die geschlossene Feder des Collinschen Dynamometers. An die geschlossene Feder sind Flächen zum Aufsetzen der Zähne angefügt, wodurch aber wiederum eine offene Federwirkung entstand. Durch diese Kombination der geschlossenen Feder mit der Blattfeder birgt der Apparat noch größere Fehlerquellen wie der Morellische in sich. Denn mit der Entfernung der Druckfläche von der eigentlichen Meßfeder vergrößern sich immer mehr die Fehlerquellen infolge der Hebel- und Federwirkung der dazwischen liegenden Teile. Haber beschreibt den Apparat selbst wie folgt: „um den Collinschen Apparat der Kaudruckmessung dienstbar zu machen, wurden auf der Rückfläche der Zeigerseite zwei

Ansatzteile angenietet mit kastenförmigen Vertiefungen. Die beiden Ansatzteile, bestimmt zur Aufnahme von Kauflächenplatten für den Ober- und Unterkiefer, stehen sich in der Art gegenüber, daß ein Zahn und sein Antagonist in den Vertiefungen der Endplatte dieser Ansatzteile Platz finden. Die Stärke des Zusammenbisses wird durch das Zahnradgetriebe auf die graduierte Zahlenskala übertragen, wie der mit dem gleichen Apparat mittels Handdruckmessung erzeugte Meßausschlag. Die zur Aufnahme der Zahnschneiden vorhandenen Einsatzteile besitzen eine unter sich gehende Vertiefung zur Aufnahme von Gummipolstern, die traumatische Schädigungen der Zähne verhüten sollen. Zur Festsetzung der Kaukraft des ganzen Gebisses oder einer Kieferhälfte sind besondere Ansatzteile für Ober- und Unterkiefer vorhanden. Auch die Entfernung zwischen den beiden Kiefern, die je nach der Anwendung der Kraft jedesmal anders sein kann, läßt sich regulieren und registrieren, wenn die bei Ausübung der Kaudruckmessung vorhandene Differenz der Abstände zwischen der Anfangs- und der Vergleichsmessung durch einen der üblichen Lochmesser festgehalten wird. Die gemeinsame Verwendung der drei Werte Kaudruckkraft, Körperkraft und Entfernungszahl zwischen den beiden Kieferhälften ergibt einwandfreie Resultate."

Der zweite Habersche Apparat ermöglicht die Einzelmessung auch an letzten Backenzähnen. Er gibt ferner durch seine zentrale Einstellungsmöglichkeit den Kaudruck der vollen Kaufläche wieder. Der Apparat besteht aus zwei ineinanderschiebbaren Hülsen, zwischen denen sich eine Druckfeder oder ein ähnlich wirkendes Führungsmittel befindet. Die Hülsen tragen an ihren Stirnenden Einsätze, die derartig gelagert sind, daß der Kaudruck nahezu in der Richtung der geometrischen Längsmittelachse der Feder ohne Zwischenschaltung von Übertragungsgliedern oder Hebelarmen auf die Feder übertragen wird. Die offensichtliche Schwäche dieses Apparates besteht darin, daß die Öffnungsspanne von 1,60 cm noch zu groß ist und für die Messung an den letzten Mahlzähnen noch einen besonders konstruierten

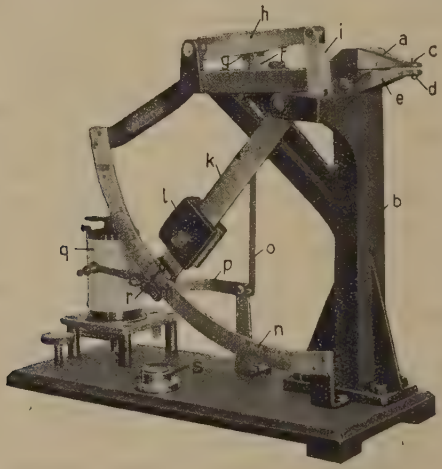
Kaudruckmesser erforderlich macht. Außerdem läßt die Teleskop-Konstruktion die Messung des Kaudrucks nur dann zu, wenn er in Richtung der geometrischen Längsmittelachse erfolgt. Ferner bildet die eingeschlossene Schraubenfeder eine Fehlerquelle, die erhöht wird durch das Luftkissen, welches sich in dem die Feder aufnehmenden Teleskop befindet.

Erst in der dritten Haberschen Konstruktion sind angeblich alle diese Fehlerquellen beseitigt. Alle bisherigen Schwierigkeiten wurden gemäß der Beschreibung dadurch behoben, „daß zwei löffelartige Gebilde, die der Form der zu messenden Gebißteile angepaßt sind und den Kaudruck aufnehmen sollen, auf mindestens zwei ringartig in sich geschlossene Federn miteinander angeordnet sind. Zwischen den Aufbißplatten ist ein leicht beweglicher Zeiger derart gelagert, daß er die Formveränderung der Feder auf eine in Kilogrammeinheiten geeichte Skala überträgt." Dieser Kaudruckmesser wird, ohne angeblich die Genauigkeit der Messungen zu beeinträchtigen, so klein ausgeführt, daß er auch zwischen die hintersten Backenzähne eingelegt werden kann, die Kraftentwicklung des Patienten in keiner Weise behindert und alle Messungen mit einem Apparat ausgeführt werden können. Auf dem Flächenraum von 1 qcm ist der Apparat imstande, einem Druck von 150 kg zu widerstehen. Die Abnützungsmöglichkeit ist minimal, da ein Nachlassen der Federkräfte durch deren geschlossene ringförmige Anordnung auf Jahre hinaus kaum möglich ist. Nachprüfung der Genauigkeit der Meßzahlen erfolgt durch Verwendung eines beliebigen Gewichtes. Der aus reinem Stahl angefertigte Apparat ist leicht sterilisierbar, die Gummi-Auflage der Aufbißplatten ist auswechselbar.

Wenn Haber selbst der Ansicht war, daß sein dritter Apparat der einzige sei, der die Bedingungen des Rotterdamer Ausschreibens restlos erfüllte, so sind verschiedene Autoren anderer Meinung darüber. Freilich haben sich Männer wie beispielsweise Proell (Greifswald), Prinz (vom Evans Dental Institute in Philadelphia, Morelli

(Budapest) und Witthaus früher sehr anerkennend über Habers Apparate geäußert. Indessen liegen gerade aus der allerletzten Zeit zwei recht beachtliche Urteile vor, die die Leistungsfähigkeit des Haberschen Apparates so stark in Zweifel ziehen, daß wir sie nicht mit Stillschweigen übergehen können. Die Arbeiten von Greve und Münzesheimer. Nur kurz wollen wir schon jetzt sagen, daß sich beide darüber einig sind, daß der Apparat — von dem Apparat der dritten Konstruktion ist hier nur die Rede — nicht das bietet, was man von ihm verlangen müßte, und was er nach Habers Angaben auch leisten soll. Greve macht die Art der konstruktiven Durchführung dafür verantwortlich, die auch von dem ursprünglich veröffentlichten Entwurf in einigen Einzelheiten abweicht. Greve weist nach, daß die geringste Verschiebung des Angriffspunktes der Kräfte auch eine fehlerhafte Messung ergeben muß. Andererseits ist eine genaue Lokalisierung des Angriffspunktes der Druckkräfte praktisch bisher nicht möglich. Erst die Konstruktion der neuen Aufbißkörper, die wir später besprechen wollen, ermöglichen diese. Ferner haben Greves Prüfungen ergeben, daß bei gleicher Belastung nicht immer ein konstanter Zeigerausschlag erfolgte, bzgl. daß derselbe nicht proportional der veränderten Belastung sich änderte. Also zwei Momente, die uns in der Tat davon überzeugen müssen, daß auch hier noch kein unbedingt zuverlässiger Apparat vorliegt. Greve hat Meßwerte erzielt, die bis zu 50 % von der tatsächlichen Belastung abweichen. Münzesheimer bemerkte neben diesen Fehlerquellen noch eine weitere in der Reibung des Zeigers auf der Skala. Auf diese beiden bedeutsamen kritischen Arbeiten werden wir später noch ausführlicher zurückkommen müssen. Wir können indessen schon jetzt so viel sagen, daß wir bei aller Wertschätzung von Habers verdienstvollen Arbeiten die Bedenken Greves und Münzesheimers teilen, selbst wenn wir uns vergegenwärtigen, daß die Prüfungen, die die beiden genannten Autoren vorgenommen haben, rein physikalisch-mechanische waren, die auf die Mundverhältnisse willkürlich übertragen, nicht

unbedingt stichhaltige Beweise für oder gegen die Richtigkeit der Ergebnisse zu liefern brauchten. Es blieb also nur übrig, vergleichende Untersuchungen im Munde anzustellen, und auf Grund der gemachten Erfahrungen einen neuen Apparat zu konstruieren, der die in ihrer Kraftleistung veränderlichen oder von der Umgebung abhängigen Komponenten wie Federn und Flüssigkeitskompressionen als Fehlerquellen von vornherein ausschaltet. Diese Aufgabe stellte sich Heinroth, Halle, bei der Konstruktion seines Apparates, dem wir uns nunmehr zuwenden wollen.



Um einen den eben genannten Vorbedingungen möglichst gerecht werdenden Kaudruckmeser zu konstruieren, bediente sich Heinroth des Systems der Hebelwage. Nebenstehende Abbildung zeigt deutlich Art der Ausführung und Funktion der Apparatur.

Zur Erklärung nebenstehender Figur diene folgendes: Die Druckplatte a ist auf der Säule b fest verschraubt. Es ist somit nur der Druckpunkt d, auf welchen der Unterkiefer wirkt, beweglich. Die Druckplatte e ist in ihrer Verlängerung als doppelwirkender Hebel ausgebildet, dessen

Bewegung durch ein Zwischenstück f auf den Übersetzungshebel g und h und dieser wieder durch ein Zwischenstück i auf den Gewichtshebel k übertragen wird, welcher durch Zusatzgewichte bei l für mehrere Meßbereiche eingerichtet werden kann. Heinroth beschreibt den Apparat und seine Wirkungsweise in seiner Arbeit „Klinische Untersuchungsmethoden" in den Fortschritten d. Z. Heft 2/1928 wie folgt: „Das mit a) und b) bezeichnete Mundstück besteht aus bestem gehärteten Stahl, so daß eine Durchbiegung nicht möglich ist.

Bei Einwirkung von Druck auf die mit auswechselbaren Ansätzen versehenen Backen wird sich a) auf a zu bewegen müssen, weil a 1 im Gegensatz zu a beweglich angeordnet ist. Die dadurch bedingte Verschiebung der Teile gegeneinander wird zwangsläufig auf das Hebelsystem übertragen, das das bei b befindliche Gewicht in Bewegung setzt. Je nach der Größe des Druckes bzw. der Bewegung von a wird der Ausschlag des Gewichtes an der geeichten Skala größer oder kleiner sein müssen. Sämtliche Drehpunkte der Hebel sind auf gehärteten Stahlschneiden gelagert, so daß eine Reibung von praktischer Bedeutung nicht eintreten kann. Um eine objektive genaue Ablesung der Skalenwerte zu ermöglichen, ist eine Einrichtung vorhanden, die ein Zurückpendeln des Gewichtes verhindert. Ein an der Apparatur angebrachtes Hebelsystem gestattet auf einer rotierenden Trommel eine genaue kurvenmäßige Registrierung der jeweiligen Krafteinwirkung nach Zeit und Intensität." Man muß Heinroth unbedingt beipflichten, wenn er der Meinung ist, daß die Registrierung der Meßresultate darum so wichtig erscheint „weil nur auf diesem Wege unter Berücksichtigung der Versuchszeit objektiv ermittelt werden kann, ob der Patient gleichmäßig zubiß oder aber durch ruckweise Anstrengung zum Druckmaximum gelangte." „Daß ruckweise ausgeführte Kraftanstrengungen ganz andere Resultate bedingen als gleichmäßige Steigerung von Druck oder Zug ist aus der Präxis des Gewichtshebens wohl bekannt." Am besten veranschaulichen wir uns diese Zusammenhänge durch

Betrachtung umstehender Kurven, die aus eigenen Versuchen gewonnen sind. So zeigen z. B. der Fall 58 und von Tabelle II die Fälle 15, 20a und 20b geradezu in klassischer Weise ein gleichmäßiges Ansteigen und Abfallen der Kurve, d. h. das Bild des kontinuierlich gleichförmig wachsenden und fallenden Kaudruckes. Dagegen zeigen die Fälle 61 und 66 und von Tabelle II die Fälle 19a und b, 13a und b, 12a und b und 14a und b deutlich das Gegenteil: ein ungleiches, ruckweises Hin- und Hergleiten der Druck-Kurve.

Nachdem wir uns in unseren bisherigen Ausführungen mit dem Kaudruck theoretisch beschäftigt haben, indem wir zunächst das Wesen dieses Begriffes definierten, seine praktische wie wissenschaftliche Bedeutung klarlegten und schließlich die gebräuchlichsten Meßinstrumente in historischer Folge besprochen haben, wollen wir jetzt zu dem praktischen Teil unserer Arbeit übergehen. Wir haben mit den beiden letztgenannten Apparaten von Haber und Heinroth eine größere Reihe praktischer Messungen vorgenommen; wir wollen deren Ergebnisse hier zum größten Teil berichten, um aus deren Vergleich wenn möglich eine endgültige Stellungnahme bezüglich der Brauchbarkeit der beiden Apparate gewinnen zu können.

Tabelle I.

Haber	Heinroth
I. Patient (29 Jahre)	Kaudruckmessung 6
1. Kaudruckmessung . 60 kg	1. Kaudruckmessung . 38 kg
2. „ 60 „	2. „ 52,5 „
Abweichung 0 %	Abweichung 27,6 %
II. Patient (28 Jahre),	Kaudruckmessung 6
1. Kaudruckmessung . 42 kg	1. Kaudruckmessung 24,5 kg
2. „ 42 „	2. „ 19,0 „
Abweichung 0 %	Abweichung 22 4 %

Haber		Heinroth	
III. Patient (62 Jahre) Kaudruckmessung 4| Zahn überkront.			
1. Kaudruckmessung	40 kg	1. Kaudruckmessung	21,0 kg
2. „	42 „	2. „	23,0 „
Abweichung	4,8 %	Abweichung	8,7 %
IV. Patientin (21 Jahre) Kaudruckmessung 6|, Zahn trägt große Amalgamfüllung.			
1. Kaudruckmessung	19 kg	1. Kaudruckmessung	16,0 kg
2. „	18 „	2. „	16,5 „
Abweichung	5,3 %	Abweichung	3,3 %
V. Patientin (27 Jahre). Messung |4, 5, |4 überkront			
1. Kaudruckmessung	8 kg	1. Kaudruckmessung	17,1 kg
2. „	18 „	2. „	20,5 „
Abweichung	55,5 %	Abweichung	16,6 %
VI. Patient (35 Jahre). Messung |6, 7, |6 fehlt.			
1. Kaudruckmessung	10 kg	1. Kaudruckmessung	10 kg
2. „	10 „	2. „	21,1 „
Abweichung	0 %	Abweichung	52,6 %
VII. Patient (30 Jahre). Messung |6, 7 |6, 7 klinisch gesund, |6 fehlt.			
1. Kaudruckmessung	55 kg	1. Kaudruckmessung	47 kg
2. „	53 „	2. „	48,5 „
Abweichung	3,6 %	Abweichung	3,3 %
VIII. Patient (47 Jahre). Messung 1|1, Zähne klinisch gesd.			
1. Kaudruckmessung	2 kg	1. Kaudruckmessung	8 kg
2. „	1 „	2. „	12,5 „
Abweichung	50 %	Abweichung	30,6 %
IX. Patient (30 Jahre). Messung 4, 5| 4| trägt distal große Amalgamfüllung.			
1. Kaudruckmessung	22 kg	1. Kaudruckmessung	18,1 kg
2. „	22 „	2. „	26,1 „
Abweichung	0 %	Abweichung	30,6 %

Haber	Heinroth
X. Patient (28 Jahre). Messung $\frac{1}{1}$, Zähne klinisch gesund	
1. Kaudruckmessung . 14 kg	1. Kaudruckmessung 14,1 kg
2. „ 14,5 „	2. „ 14,5 „
Abweichung 3,4 %	Abweichung 2,7 %
XI. Patient (53 Jahre). Messung $\frac{6, 7}{}$ Zähne klinisch gesund, $\overline{6}$ zentral Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 50 kg	1. Kaudruckmessung . 93 kg
2. „ 51 „	2. „ 90 „
Abweichung 1,9 %	Abweichung 3,2 %
XII. Patient (46 Jahre) Messung $\frac{6, 7}{}$ $\underline{6}$ klinisch gesund, $\underline{7}$ große Füllung.	
1. Kaudruckmessung . 52 kg	1. Kaudruckmessung . 51 kg
2 „ 50 „	2. „ 45 „
Abweichung 3,8 %	Abweichung 11,7 %
XIII. Patient (46 Jahre). Messung $\underline{1}$, Zahn klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 14 kg	1. Kaudruckmessung . 12 kg
2. „ 16 „	2. „ 16 „
Abweichung 12,5 %	Abweichung 25 %
XIV. Patientin (23 Jahre). Messung $\underline{5}$, medial u. zentral gefüllt.	
1. Kaudruckmessung . 20 kg	1. Kaudruckmessung . 19 kg
2. „ 19 „	2. „ 13 „
Abweichung 5 %	Abweichung 31,5 %
XV. Patientin (22 Jahre). Messung $\underline{5, 6}$, $\overline{5, 6}$ fehlen.	
1. Kaudruckmessung . 12 kg	1. Kaudruckmessung 11,5 kg
2. „ 11,5 „	2. „ 4 „
Abweichung 12,5 %	Abweichung 65,2 %
XVI. Patient (24 Jahre). Messung $\underline{4}$ klinisch gesund, $\overline{4}$ zentrale Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 11 kg	1. Kaudruckmessung 13,1 kg
2. „ 22 „	2. „ 16 „
Abweichung 50 %	Abweichung 22,1 %

Haber	Heinroth
XVII. Patientin (19 Jahre). Messung |4, klinisch intakt.	
1. Kaudruckmessung . 15 kg	1. Kaudruckmessung . 12 kg
2. „ 15 „	2. „ 15 „
Abweichung 0 %	Abweichung 20 %
XVIII. Patient (56 Jahre). Messung |1, Zahn klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 15 kg	1. Kaudruckmessung . 7 kg
2. „ 15 „	2. „ 5 „
Abweichung 0 %	Abweichung 28,5 %
XIX. Patientin (31 Jahre). Messung 3|, Zahn klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 2 kg	1. Kaudruckmessung . 1 kg
2. „ 2 „	2. „ 3 „
Abweichung 0 %	Abweichung 66,6 %
XX. Patient (18 Jahre). Messung 4|, zentrale Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 14 kg	1. Kaudruckmessung . 15 kg
2. „ 14,5 „	2. „ 12 „
Abweichung 3,4 %	Abweichung 20 %
XXI. Patient (18 Jahre). Messung |1, medial eine Silikatfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 14 kg	1. Kaudruckmessung 18,5 kg
2. „ 20 „	2. „ 16 „
Abweichung 30 %	Abweichung 13,5 %
XXII. Patient (18 Jahre). Messung |6, 7 |6 Goldkrone, |7 klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 51 kg	1. Kaudruckmessung 24,0 kg
2. „ 51,5 „	2. „ 26,0 „
Abweichung 0,9 %	Abweichung 7,6 %
XXIII. Patientin (15 Jahre). Messung |4, Zahn klinisch intakt.	
1. Kaudruckmessung . 45 kg	1. Kaudruckmessung 27,5 kg
2. „ 47 „	2. „ 40,5 „
Abweichung 4,2 %	Abweichung 32,5 %

Haber	Heinroth
XXIV. Patientin (15 Jahre). Messung |6,7, |6 große Amalgamfllg.	
1. Kaudruckmessung . 50 kg	1. Kaudruckmessung . 42 kg
2. „ 52 „	2. „ 37 „
Abweichung 3,8 %	Abweichung 11,9 %
XXV. Patient (28 Jahre). Messung |6,7, |6,7 große Amalgamfllg.	
1. Kaudruckmessung . 52 kg	1. Kaudruckmessung . 46 kg
2. „ 52 „	2. „ 50 „
Abweichung 0 %	Abweichung 8 %
XXVI. Patient (28 Jahre). Messung 6,7| Zähne klinisch gesund, 6| Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 45 kg	1. Kaudruckmessung 20,5 kg
2. „ 30 „	2. „ 15 „
Abweichung 33,3 %	Abweichung 26,8 %
XXVII. Patientin (21 Jahre). Messung |6,7 beide zentral Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 49 kg	1. Kaudruckmessung . 38 kg
2. „ 54 „	2. „ 36 „
Abweichung 9,2 %	Abweichung 5,2 %
XXVIII. Patientin (21 Jahre). Messung |4 Zahn klinisch gesund, |4 kleine Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 40 kg	1. Kaudruckmessung . 21 kg
2. „ 43 „	2. „ 20 „
Abweichung 6,9 %	Abweichung 4,7 %
XXIX. Patient (29 Jahre). Messung |4, Zahn intakt.	
1. Kaudruckmessung . 53 kg	1. Kaudruckmessung 53,5 kg
2. „ 53 „	2. „ 55 „
Abweichung 0 %	Abweichung 2,7 %
XXX. Patient (46 Jahre). Messung |4 Zahn wie Antagonist infolge präseniler Atrophie stark gelockert.	
1 Kaudruckmessung . 4 kg	1. Kaudruckmessung . 1 kg
2. „ 5 „	2. „ 3 „
Abweichung 20 %	Abweichung 66,6 %

Haber	Heinroth
XXXI. Patient (16 Jahre). Messung |5 Zahn klinisch gesund wie Antagonist.	
1. Kaudruckmessung . 38 kg	1. Kaudruckmessung 14,5 kg
2. „ 35 „	2. „ 18 „
Abweichung 7,8 %	Abweichung 19,4 %
XXXII. Patient (45 Jahre). Messung 5, 6 klinisch gesund, |6 große Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 49 kg	1. Kaudruckmessung . 25 kg
2. „ 52 „	2. „ 28 „
Abweichung 5,7 %	Abweichung 10,8 %
XXXIII. Patient (35 Jahre) Messung |7 Zahn trägt distal Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 10 kg	1. Kaudruckmessung . 6 kg
2. „ 20 „	2. „ 5 „
Abweichung 50 %	Abweichung 16,6 %
XXXIV. Patient (35 Jahre). Messung |6, 7, Zähne intakt.	
1, Kaudruckmessung . 22 kg	1. Kaudruckmessung . 15 kg
2. „ 24 „	2. „ 17,5 „
Abweichung 8,3 %	Abweichung 14,2 %
XXXV. Patientin (26 Jahre). Messung |1 Zahn weist Schmelzhypoplasien auf.	
1. Kaudruckmessung . 8 kg	1. Kaudruckmessung . 6 kg
2. „ 10 „	2. „ 9 „
Abweichung 20 %	Abweichung 33,3 %
XXXVI. Patient (17 Jahre). Messung 1|, Zahn klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 10 kg	1. Kaudruckmessung . 8 kg
2. „ 17 „	2. „ 6 „
Abweichung 17,6 %	Abweichung 25 %
XXXVII Patient (18 Jahre). Messung 6,7, beide zentral gefüllt.	
1. Kaudruckmessung . 50 kg	1. Kaudruckmessung . 32 kg
2. „ 50 „	2. „ 28 „
Abweichung 0 %	Abweichung 12,5 %

Haber	Heinroth
XXXVIII. Patientin (18 Jahre). Messung $\frac{5,6}{\|6}$ medial eine Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 22 kg	1. Kaudruckmessung 22,5 kg
2. „ 21,5 „	2. „ 20,5 „
Abweichung 2,2 %	Abweichung 8,8 %
XXXIX Patient (36 Jahre). Messung |6, Zahn klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 25 kg	1. Kaudruckmessung 16,5 kg
2. „ 23 „	2. „ 14 „
Abweichung 8 %	Abweichung 15,1 %
XXXX. Patient (21 Jahre). Messung |1 Zahn zeigt Schmelzhypoplasien.	
1. Kaudruckmessung . 15 kg	1. Kaudruckmessung . 15 kg
2. „ 13 „	2. „ 16 „
Abweichung 13,3 %	Abweichung 6,2 %
XXXXI. Patient (18 Jahre). Messung |6, Zahn klinisch intakt.	
1. Kaudruckmessung . 50 kg	1. Kaudruckmessung . 47 kg
2. „ 48 „	2. „ 49,5 „
Abweichung 4 %	Abweichung 5,05 %
XXXXII. Patient (16 Jahre). Messung 6 klinisch gesund, |6 buccal gefüllt.	
1. Kaudruckmessung . 53 kg	1. Kaudruckmessung . 50 kg
2. „ 52 „	2. „ 54 „
Abweichung 1,8 %	Abweichung 7,4 %
XXXXIII. Patient (24 Jahre). Messung 1|, Zahn klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 7 kg	1. Kaudruckmessung 15,5 kg
2. „ 11 „	2. „ 19 „
Abweichung 36,3 %	Abweichung 18,4 %
XXXXIV. Patient (27 Jahre). Messung $\frac{4,5}{5\|}$ trägt medial Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 55 kg	1. Kaudruckmessung . 24 kg
2. „ 55 „	2. „ 21,5 „
Abweichung 0 %	Abweichung 10,4 %

Haber	Heinroth
XXXXV. Patient (27 Jahre). Messung 1|, Zahn klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 14 kg	1. Kaudruckmessung . 10 kg
2. „ 23 „	2 „ 17 „
Abweichung 39,1 %	Abweichung 41,1 %
XXXXVI. Patient (22 Jahre). Messung 5| Zahn klinisch gesund, $\overline{5}$| zentrale Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 11 kg	1. Kaudruckmessung 13,5 kg
2. „ 20 „	2. „ 15 „
Abweichung 45 %	Abweichung 10 %
XXXXVII. Patientin (21 Jahre). Messung 4| Zahn klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 19 kg	1. Kaudruckmessung 17,5 kg
2. „ 18 „	2. „ 15 „
Abweichung 5,2 %	Abweichung 14,2 %
XXXXVIII. Patient (22 Jahre). Messung |5, 6 $\overline{\|5, 6}$ Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 54 kg	1. Kaudruckmessung . 46 kg
2. „ 56 „	2. „ 60 „
Abweichung 3,5 %	Abweichung 23,3 %
XXXXIX. Patient (22 Jahre). Messung |1, Zahn medial gefüllt.	
1. Kaudruckmessung . 15 kg	1. Kaudruckmessung 17,5 kg
2. „ 21 „	2. „ 20 „
Abweichung 28,5 %	Abweichung 9,4 %
L. Patient (19 Jahre). Messung |5, 6 Zähne zentrale Amalgamfüllung, $\overline{\|6}$ Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 35 kg	1. Kaudruckmessung 26,5 kg
2. „ 50 „	2. „ 25 „
Abweichung 30 %	Abweichung 9,4 %

Haber	Heinroth
LI. Patientin (17 Jahre). Messung $\lfloor \underline{5,6}$ $\lfloor \underline{6}$ zentrale Amalgamfüllung, $\lfloor \overline{6}$ große Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 50 kg	1. Kaudruckmessung . 16 kg
2. „ 46 „	2. „ 19 „
Abweichung 8 %	Abweichung 15,7 %
LII Patientin (20 Jahre). Messung $\underline{1,2}\rfloor$, Zähne klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 15 kg	1. Kaudruckmessung 16,5 kg
3. „ 21 „	2. „ 18 „
Abweichung 28,5 %	Abweichung 8,3 %
LIII. Patientin (28 Jahre). Messung $\lfloor \underline{1}$, Zahn klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 5 kg	1. Kaudruckmessung . 2 kg
2. „ 7 „	2. „ 5 „
Abweichung 28,5 %	Abweichung 60 %
LIV. Patientin (28 Jahre). Messung $\underline{1}\rfloor\underline{1}$, Zähne klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 15 kg	1. Kaudruckmessung . 4 kg
2. „ 20 „	2. „ 5 „
Abweichung 25 %	Abweichung 20 %
LV. Patient (13 Jahre). Messung $\underline{4,5}\rfloor$ beide zentrale Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 26 kg	1. Kaudruckmessung 20,5 kg
2. „ 27 „	2. „ 22,5 „
Abweichung 3,7 %	Abweichung 8,8 %
LVI. Patient (27 Jahre). Messung $\underline{1,2,3}\rfloor$, $\underline{3}\rfloor$ überkront.	
1. Kaudruckmessung . 9 kg	1. Kaudruckmessung . 10 kg
2. „ 14 „	2. „ 13 „
Abweichung 35,7 %	Abweichung 23,1 %
LVII. Patient (16 Jahre). Messung $\underline{4,5,6}\rfloor$ $\underline{4,5}\rfloor$ klinisch gesund, $\underline{6}\rfloor$ zentrale Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 15 kg	1. Kaudruckmessung . 15 kg
2. „ 17 „	2. „ 20 „
Abweichung 11,7 %	Abweichung 25 %

Haber	Heinroth
LVIII. Patient (28 Jahre). Messung 4, 5, 6|, $\overline{6}$| gefüllt.	
1. Kaudruckmessung . 20 kg	1. Kaudruckmessung . 49 kg
2. „ 25 „	2. „ 43 „
Abweichung 20 %	Abweichung 12,2 %
LIX. Patient (32 Jahre). Messung 1|, Zahn klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 2 kg	1. Kaudruckmessung . 12 kg
2. „ 3 „	2. „ 15 „
Abweichung 33,3 %	Abweichung 20 %
LX. Patient (28 Jahre). Messung 1|1, Zähne klinisch intakt.	
1. Kaudruckmessung . 20 kg	1. Kaudruckmessung . 20 kg
2. „ 20 „	2. „ 24 „
Abweichung 0 %	Abweichung 16,6 %
LXI. Patient (29 Jahre). Messung 1|1, |1 medial Silikatfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 8 kg	1. Kaudruckmessung . 17 kg
2. „ 10 „	2. „ 14 „
Abweichung 20 %	Abweichung 17,6 %
LXII. Patient (21 Jahre). Messung 4, 5| beide zentrale Amalgamfüllung wie die Antagonisten.	
1. Kaudruckmessung . 19 kg	1. Kaudruckmessung . 13 kg
2. „ 20 „	2. „ 16 „
Abweichung 5 %	Abweichung 18,7 %
LXIII. Patient (28 Jahre), Messung 1|1, Zähne klinisch gesund.	
1. Kaudruckmessung . 10 kg	1. Kaudruckmessung . 26 kg
2. „ 7 „	2. „ 20 „
Abweichung 30 %	Abweichung 23,1 %
LXIV. Patient (28 Jahre). Messung |4, 5 beide Zähne zentraie Amalgamfüllung.	
1. Kaudruckmessung . 52 kg	1. Kaudruckmessung . 29 kg
2. „ 60 „	2. „ 32 „
Abweichung 13,3 %	Abweichung 9,3 %

Haber		Heinroth	
LXV. Patient (25 Jahre). Messung $\frac{1}{1}$, Zähne klinisch gesund.			
1. Kaudruckmessung	15 kg	1. Kaudruckmessung	17 kg
2. „	16 „	2. „	14,5 „
Abweichung	6,25 %	Abweichung	14,7 %
LXVI Patient (36 Jahre), Messung $\frac{4,5}{}$, Zähne klinisch gesund.			
1. Kaudruckmessung	50 kg	1. Kaudruckmessung	24 kg
2. „	45 „	2. „	30 „
Abweichung	10 %	Abweichung	20 %
LXVII. Patient (48 Jahre). Messung $\frac{1}{1}$, Zähne klinisch gesund.			
1. Kaudruckmessung	10 kg	1. Kaudruckmessung	7 kg
2. „	9 „	2. „	8 „
Abweichung	10 %	Abweichung	12,5 %
LXVIII. Patient (32 Jahre). Messung $\frac{4,5}{}$ Zähne klinisch gesund, $\overline{5}$ zentrale Amalgamfüllung.			
1. Kaudruckmessung	48 kg	1. Kaudruckmessung	42 kg
2. „	63 „	2. „	47 „
Abweichung	23,8 %	Abweichung	10,6 %
LXIX. Patientin (25 Jahre). Messung $\frac{1}{1}$ $\frac{1}{}$ medial eine Silikatfüllung.			
1. Kaudruckmessung	6 kg	1. Kaudruckmessung	19 kg
2. „	6 „	2. „	16 „
Abweichung	0 %	Abweichung	15,8 %
LXX. Patientin (19 Jahre). Messung $\frac{5}{}$ Zahn zentrale Amalgamfüllung, $\overline{5}$ Zementfüllung.			
1. Kaudruckmessung	36 kg	1. Kaudruckmessung	22 kg
2. „	34 „	2. „	27 „
Abweichung	2,8 %	Abweichung	19,3 %
Abweichung im Durchschnitt:			
	13,74 %		19,5 %

Zu vorstehender Versuchsreihe ist zu sagen, daß die Messungen am Patienten in stets gleichbleibender Weise sorgfältigst vorgenommen wurden, um Fehler durch ungeschickte Handhabung der Apparatur oder ungenaue Ablesungen oder ähnliches sicher auszuschließen. Wenn wir die Messungen miteinander vergleichen, so sehen wir recht erhebliche Differenzen nicht nur zwischen den Haberschen Werten einerseits und den Heinrothschen andererseits; sondern es differieren auch die Meßzahlen der mit dem gleichen Apparat am gleichen Patienten vorgenommenen Messungen oft recht erheblich, wie z. B. die Fälle, (Haber 5, 26, 33, 36, 50) und (Heinroth 6, 23, 48) deutlich zeigen. Bei statistischer Betrachtung der Tabelle ergibt sich: Die Abweichung der ersten von der zweiten Meßzahl beträgt bei 70 Fällen:

bei Haber . . 13,74% } im Durchschnitt
bei Heinroth . 19,5 % }

Diese Differenzen am gleichen Apparat können wohl ihre Ursachen nicht allein in der Apparatur selbst haben.

Wir kommen damit nochmals auf die von Heinroth schon früher gekennzeichneten „subjektiven gefühlsmäßigen Momente“ zu sprechen, die „Variablen Komponenten“, die bei der Kaudruckmessung zu berücksichtigen sind. Bereits Black hatte festgestellt, daß die Kaukraft gar nicht voll zur Auswirkung kommen kann, behindert durch die Empfindlichkeit des Periodonts. Diese Empfindlichkeit, die individuell ganz verschieden ist, hängt sowohl von der allgemeinen Körperkonstitution ab, als auch von der Beschaffenheit der betreffenden Wurzelhaut. Ebenso wesentlich ist natürlich, wie Schröder und Haber verschiedentlich bemerkten, die Stellung der einzelnen Kaueinheiten im Zahnbogen, d. h. Richtung, Größe und Form des Zahnboges. Denn es kann nicht oft genug darauf hingewiesen werden, daß ein jeder Zahn nicht ein einzelnes, selbständiges Organ ist, sondern ein Glied des menschlichen Körpers, das allen Wechselwirkungen des Gesamt-Organismus ausgesetzt ist. Hinzu kommt

nach Ansicht von Heinroth „die Art und die Schnelligkeit des Zubeißens, Angst vor der Beschädigung der Zähne und schließlich wechselnder Angriffspunkt und Richtung der Kraft.“ Die außerordentlichen Abweichungen in den Kaudruckbestimmungen unserer bekannten Forscher zeigen diese Zusammenhänge zahlenmäßig und deutlich. Es ist wohl auch verständlich, daß je nach Alter, Geschlecht und Rasse Schwankungen der Resultate zu erwarten sind. Daß gesunde Zähne bei normaler Okklusion höhere Werte ergeben als gefüllte oder gar wurzelbehandelte und als Zähne in gestörter Okklusion, nicht zu reden von Prothesenträgern oder kranken Zähnen, können wir aus den Ergebnissen unserer Versuche ersehen. Umgekehrt zeigen dieselben, daß die Kaudruckmessung gerade die oben genannten Befunde diagnostizieren helfen.

Die angeführten Differenzen zwischen den einzelnen Messungen finden teilweise ihre Erklärung in der Tatsache, daß es unmöglich ist, bei der Wiederholung der Messungen die Apparatur mit mathematischer Sicherheit in genau gleicher Weise zu stationieren. Wie Heinroth treffend sagt „kann man die Kaudruckmessung fast mit einer exakten sportlichen Kraftleistung vergleichen, die wesentlich von der augenblicklichen Disposition des Ausführenden abhängt.“ Aus diesen Gründen lassen auch vergleichende Messungen mit verschiedenen Apparaten nicht mit absoluter Sicherheit und nur in gewissen Grenzen Rückschlüsse auf die Brauchbarkeit des einzelnen Instrumentes zu. Da wir uns indessen die Aufgabe gestellt haben, die Apparate von Haber und Heinroth zu prüfen, zu vergleichen und an Hand von Meßergebnissen, sowie auch durch Heranziehung der Kritiken maßgebender Autoren wie Greve, Münzesheimer und Dietrich die Brauchbarkeit des einen oder anderen Apparates für die Praxis nachzuweisen bezw. zu widerlegen, müssen wir die angeführten Ergebnisse kritisch betrachten.

Aber nicht nur Zahlen wollen wir berücksichtigen, sondern auch technische Eigenheiten der Apparate, die sich uns bei der Kaudruckmessung offenbaren.

Bei Betrachtung der Haberschen Apparatur fallen uns einige günstige Eigenschaften auf. Der Apparat wirkt in seiner äußeren Form bestechend, ist äußerst handlich und leicht sterilisierbar. Seine Handhabung ist einfach und infolge der wenig komplizierten Apparatur recht übersichtlich und im Munde leicht lokalisierbar. Der Apparat erfüllt damit sehr wesentliche Forderungen des Rotterdamer Preisausschreibens. Bezüglich der Meßergebnisse können wir in unserer Tabelle eine gewisse Konstanz der Werte erkennen, d. h. die Werte der verschiedenen Messungen am selben Patienten stimmen sehr oft überein, wie wir aus den Fällen: 1, 2, 6, 9, 17, 18, 19, 25, 30, 37, 42 beispielsweise ersehen können, eine Tatsache, die uns zunächst scheinbar für den Apparat einnehmen müßte! Als greifbare Fehler müssen wir folgende Dinge bewerten: Da die Kraft direkt auf die kurze Feder wirkt, ist deren Empfindlichkeit zu klein. Die Reibung und die Trägheit des Zeigers sind relativ zu groß. Die Skalen-Einteilung von 0—150 kg liegt auf einer Entfernung von 56 mm verteilt, was bei hohen Belastungen die genaue Ablesung erschwert. Zudem ist die Belastung der Feder in dem Augenblick ungleichmäßig, wo der Apparat in sich verkantet wird, da dann der Druckpunkt nicht in der Mitte der Aufbißplatten liegt. Mit anderen Worten: Angriffspunkt und Richtung der Kraft sind leicht variabel und können zu falschen Werten führen. Zur Bekräftigung unserer eigenen Beobachtungen ist es angebracht, an dieser Stelle einige Autoren zu zitieren, deren Urteile teilweise bereits erwähnt sind und nicht übersehen werden dürfen: Greve, Münzesheimer und Dietrich.

Die Bedenken von Greve sind zwar bereits kurz, aber in ihren wesentlichen Punkten angeführt. Wir müssen bekennen, daß auch uns seine Bedenken einleuchtend erscheinen. Greve gab die theoretische Möglichkeit zu, daß bei genau gleicher Einstellung der Apparate auch gleiche Meßwerte erzielt werden können. Er bezweifelt aber, daß diese mathematisch genau gleiche Einstellung überhaupt möglich sei. Haber hatte in jüngster Zeit versucht, diesem Umstande

dadurch Rechnung zu tragen, daß er in der Mitte der Aufbißflächen Überhöhungen aus Hartgummi geschaffen hat. Diese Überhöhungen verhindern durch ihre Konsistenz allerdings einen Druckverlust bei der Komprimierung des Druckpolsters. Außerdem sind diese Überhöhungen mit Vertiefungen versehen, die es dem Untersucher ermöglichen sollen, die Höcker der Zähne in bestimmte vorbereitete Vertiefungen eingleiten zu lassen. Es war damit freilich eine Möglichkeit gegeben, den Apparat genauer als bisher zu placieren. Dennoch hat Greve selbst bei Verwendung dieser Aufbißkörper Werte erzielt, die bis zu 50% von der wahren Belastung abwichen. Auch wir haben mit diesen neuen Aufbißkörpern eine Reihe von Versuchen gemacht, deren Ergebnisse wir aus beifolgender Tabelle II ersehen.

Wir haben an jedem Patienten zur Erzielung möglichst genauer Vergleichswerte 4 Messungen vorgenommen, die ersten beiden unmittelbar nacheinander, die dritte nach 5, die vierte nach weiteren 10 Minuten, um subjektive Momente wie Erschlaffung der Muskulatur oder Schmerz beim Zubeißen nach Möglichkeit auszuschalten.

Tabelle II

Haber		Heinroth	
I. Patient (13 Jahre). Messung 1, Zahn klinisch gesund.			
1. Kaudruckmessung .	1 kg	1. Kaudruckmessung .	9,5 kg
2. „	2.5 „	2. „	12 „
3. „	2,5 „	3. „	10 „
4. „	.4 „	4. „	13 „
Abweichung 75 %		Abweichung 26,9 %	
II. Patient (27 Jahre). Messung 1.			
1. Kaudruckmessung .	6 kg	1. Kaudruckmessung .	9 kg
2. „	3,5 „	2. „	8 „
3. „	5 „	3. „	9 „
4. „	2,5 „	4. „	6,5 „
Abweichung 58,4 %		Abweichung 38,9 %	

Haber		Heinroth	
III. Patient (30 Jahre). Messung $\lfloor\underline{3}$.			
1. Kaudruckmessung .	12 kg	1. Kaudruckmessung .	18 kg
2. „	11 „	2. „	20,5 „
3. „	18,5 „	3. „	26,5 „
4. „	32 „	4. „	26 „
Abweichung	65 %	Abweichung	25 %
IV. Patient (26 Jahre). Messung $\lfloor\underline{3}$, Zahn medial Silikatfüllung.			
1. Kaudruckmessung .	13 kg	1. Kaudruckmessung	14,75 kg
2. „	11 „	2. „	14 „
3. „	24 „	3. „	13 „
4. „	25 „ *)	4. „	25,5 „
Abweichung	56 %	Abweichung	49 %
V. Patient (22 Jahre). Messung $\lfloor\underline{4}$, $\lceil\overline{4}$ Krone.			
1. Kaudruckmessung .	1,5 kg	1. Kaudruckmessung .	12 kg
2. „	2 „	2. „	21,5 „
3. „	11 „	3. „	27 „
4. „	16 „	4. „	32 „
Abweichung	90 %	Abweichung	62,5 %
VI. Patientin (21 Jahre). Messung $\lfloor\underline{6}$, $\lceil\overline{6}$ zentrale Füllung.			
1. Kaudruckmessung .	1 kg	1. Kaudruckmessung .	10 kg
2. „	9 „	2. „	14 „
3. „	3,5 „	3. „	27 „
4. „	16 „	4. „	26 „
Abweichung	94 %	Abweichung	62,9 %
VII. Patientin (25 Jahre). Messung $\lfloor\underline{5}$, zentrale Füllung.			
1. Kaudruckmessung .	1,5 kg	1. Kaudruckmessung	7,75 kg
2. „	3,5 „	2. „	6 „
3. „	3 „	3. „	5 „
4. „	4,5 „	4. „	5 „
Abweichung	67 %	Abweichung	37,5 %

*) Skala reichte nicht aus.

Haber		Heinroth	
VIII. Patient (19 Jahre). Messung |4.			
1. Kaudruckmessung .	15 kg	1. Kaudruckmessung .	16 kg
2. „	34 „	2. „	11,5 „
3. „	22 „	3. „	23 „
4. „	30 „	4. „	22 „
Abweichung	55,5 %	Abweichung	43,2 %
IX. Patient (25 Jahre). Messung |5.			
1. Kaudruckmessung .	11 kg	1. Kaudruckmessung .	14 kg
2. „	10 „	2. „	23 „
3. „	11 „	3. „	19 „
4. „	15,5 „	4. „	23 „
Abweichung	35,4 %	Abweichung	39 %
X. Patient (24 Jahre). Messung |6, zentrale Füllung.			
1. Kaudruckmessung .	16 kg	1. Kaudruckmessung .	13 kg
2. „	20 „	2. „	14 „
3. „	21 „	3. „	15,5 „
4. „	19 „	4. „	10 „
Abweichung	23,9 %	Abweichung	35,5 %
XI. Patient (21 Jahre). Messung |1.			
1. Kaudruckmessung .	6 kg	1. Kaudruckmessung	13,5 kg
2. „	2 „	2. „	13,5 „
3. „	5 „	3 „	15 „
4. „	6 „	4. „	16 „
Abweichung	66,7 %	Abweichung	15,6 %
XII. Patient (21 Jahre). Messung |5, zentrale Füllung.			
1. Kaudruckmessung .	31 kg	1. Kaudruckmessung .	42 kg
2. „	35 „	2. „	46 „
3. „	19 „	3. „	42 „
4. „	34 „	4. „	45 „
Abweichung	45,7 %	Abweichung	8,8 %

Haber		Heinroth	
XIII. Patient (22 Jahre). Messung $\underline{\lvert 6}$, $\overline{\lvert 6}$ zentrale Füllung.			
1. Kaudruckmessung	17 kg	1. Kaudruckmessung	39 kg
2. „	22 „	2. „	34 „
3. „	21 „	3. „	34 „
4. „	35 „	4. „	31 „
Abweichung	51,4 %	Abweichung	20,5 %
XIV. Patient (28 Jahre). Messung $\underline{5\rvert}$.			
1. Kaudruckmessung	30 kg	1. Kaudruckmessung	39 kg
2. „	36 „	2. „	33 „
3. „	33 „	3. „	47 „
4. „	39 „	4. „	50 „
Abweichung	23 %	Abweichung	34 %
XV. Patient (12 Jahre). Messung $\underline{\lvert 1}$, medial Silikatfüllung.			
1. Kaudruckmessung	7 kg	1. Kaudruckmessung	14 kg
2. „	4 „	2. „	14,5 „
3. „	5 „	3. „	14 „
4. „	5,5 „	4. „	15 „
Abweichung	42,9 %	Abweichung	6,7 %
XVI. Patient (32 Jahre). Messung $\underline{5\rvert}$.			
1. Kaudruckmessung	12 kg	1. Kaudruckmessung	34 kg
2. „	26 „	2. „	45 „
3. „	27 „	3. „	46 „
Abweichung	55,5 %	Abweichung	26 %
XVII. Patient (12 Jahre). Messung $\underline{6\rvert}$, $\overline{6\rvert}$ zentrale Füllung.			
1. Kaudruckmessung	23 kg	1. Kaudruckmessung	18,5 kg
2 „	34 „	2. „	25 „
3. „	28,5 „	3. „	17,5 „
4. „	31 „	4. „	7 „
Abweichung	25,8 %	Abweichung	72 %

Haber		Heinroth	
XVIII. Patient (20 Jahre). Messung $\underline{\vert 4}$, medial Silikatfüllung.			
1. Kaudruckmessung	12,5 kg	1. Kaudruckmessung	16 kg
2. „	19 „	2. „	19,5 „
3. „	27 „	3. „	21 „
4. „	27,5 „	4. „	22,5 „
Abweichung	54,5 %	Abweichung	28,9 %
XIX. Patientin (25 Jahre). Messung $\underline{\vert 5}$, zentrale Füllung, $\overline{\vert 5}$ zentrale Füllung.			
1. Kaudruckmessung	24 kg	1. Kaudruckmessung	26,25 kg
2. „	25 „	2. „	22 „
3. „	35 „	3. „	19,25 „
4. „	36 „	4. „	19,50 „
Abweichung	33,3 %	Abweichung	25,9 %
XX. Patient (28 Jahre). Messung $\underline{6\vert}$.			
1. Kaudruckmessung	30 kg	1. Kaudruckmessung	61 kg
2. „	42 „	2. „	66 „
3. „	47 „	3. „	72 „
4. „	44 „	4. „	73 „
Abweichung	40,5 %	Abweichung	16,4 %
Abweichung im Durchschnitt:			
53 %		33,8 %	

Die statistische Zusammenfassung ergibt hier folgendes Bild!

Die Abweichung der Meßzahlen voneinander — wobei wir stets den höchsten und niedrigsten Wert berücksichtigten — beträgt bei 20 Fällen

bei Haber 53 %
bei Heinroth 33,8 % } im Durchschnitt

Wenn Haber versuchte, Greves Einwendungen durch den Hinweis auf die Unzulänglichkeit rein mechanisch-maschineller Prüfungen zu entkräften, so ist es ihm dennoch wohl

nicht gelungen, Greve vollständig beweisend zu widerlegen. Allerdings schrieb Schröder in seinen Bemerkungen zur Platten-Prothetik: „Die rein mechanische Betrachtungsweise auf Grund entsprechend angestellter Laboratoriumsversuche ist an sich von zweifelhaftem Wert, wenn sie dazu dienen soll, Vorgänge am menschlichen Körper, an denen vitale reaktive Kräfte mitwirken und in Rechnung gestellt werden müssen, beweiskräftig zu erklären.“ Indessen sind damit die Mängel des Haberschen Apparates noch nicht erschöpft.

Münzesheimer ging unbeirrt durch das vernichtende Urteil Greves, wie er selbst schrieb, an neue Prüfungen heran, weil ein beweiskräftiges kritisches Urteil nur auf der Basis eigener Arbeit möglich sei. Es gelang Münzesheimer nachzuweisen, daß in der Tat die Verschiebung des Kräfte-Angriffspunktes weder bei den Apparaten mit zentralen noch bei solchen mit seitlichen Aufbißkörpern ausgeschaltet werden konnte, so daß ungenaue Werte sich ergeben müssen. Hinzu kommt noch, wie er zeigt, als weitere Fehlerquelle die Reibung, mit der der Zeiger an der Skala schleift. Wir finden in Münzesheimers Arbeit Tabellen, aus denen der Einfluß der Reibung zahlenmäßig klar ersichtlich wird. Ferner läßt sich feststellen, „daß der Apparat auf geringe Belastungen überhaupt schlecht reagiert So sind die bis 10 kg Belastung angezeigten Werte alle zu niedrig. Bei höherer Belastung wird der Einfluß des Kräfteangriffspunktes deutlich dadurch sichtbar, daß der Apparat weniger Druck angibt, wenn die Kraft mehr innen angreift und mehr, wenn sie außen angreift, beides vom Mittelpunkt aus gerechnet. Die durchschnittliche Abweichung vom richtigen Gewicht nach oben und unten jedesmal auf 100 kg gerechnet, beträgt 65,6 kg (mit Reibung) bzw. 62,9 kg (ohne Reibung). Es bedarf wohl kaum noch eines weiteren Wortes, um darzutun, daß Greve mit seiner Verurteilung des Haberschen Kaudruckmessers recht hat. In dem Rotterdamer Preisausschreiben ist eine Genauigkeit bis auf 2 kg bei einer Belastung bis 150 kg gefordert!“ So weit Münzesheimers eigene Worte, denen ich eigentlich nichts mehr hinzuzufügen

brauche Was nützen uns schließlich die von uns erwähnten Vorzüge des Apparates, die wir auf Grund eigener Beobachtung feststellen konnten, wenn die Ergebnisse der Messungen objektiv so ungenau sind! Derartige Meßergebnisse wären als Grundlage für eine wissenschaftliche wie praktische Auswertung gleichermaßen unbrauchbar. Wir wollen zuletzt noch das Urteil eines Tübinger Kollegen hören, der sich mit dem gesamten Gebiete, insbesondere mit Habers Apparaten eingehend befaßt hat. Diedrich kam nach zahlreichen Untersuchungen mit dem Haberschen Kaudruckmesser zu dem Resultat, daß das arithmetische Mittel zweier Messungen als der wahre Wert der Druckmessung zu bezeichnen sei. Während der ersten Messung wurde der Aufbißkörper buccal, während der zweiten Messung nach lingual eingesetzt. Diedrich glaubt, daß die Doppelmessung bei obiger Versuchsanordnung einen Mittelwert ergibt, der mit dem Meßresultat bei zentralem Aufbißkörper übereinstimmt. Er kommt schließlich zu der Überzeugung, daß mit Hilfe des Haberschen Apparates nicht der maximal mögliche Kaudruck in Kilogramm, sondern nur ein individueller, dem Einfluß der Psyche unterliegender Wert gemessen wird, und faßt seine Versuchsergebnisse folgendermaßen zusammen: „Der Habersche Apparat ist zwar nicht in der Lage, Meßresultate zu liefern, die dem wirklich geleisteten Druck kilogrammweise entsprechen. Hingegen ist er zuverlässig, wenn nur Vergleichswerte zwischen den einzelnen Zähnen eines Mundes gegenübergestellt werden sollen, und wenn die Messung mit Aufbißkörper oder Stensunterlage vorgenommen wurde. Hierbei sind die Kilogramme der Skala als Einheiten zu betrachten. Denn von praktischem Wert ist nicht die Feststellung der Leistung in genauer Kilogrammangabe, sondern vielmehr, ob ein Zahn nach einer gewissen Zeit (etwa nach einer Behandlung) noch dasselbe Druckvermögen hat wie vordem. Dieses zu ermessen, dazu genügt vollauf eine Bestimmung mit unbekannten aber gleichen Einheiten.“ Wir können uns eine Kritik dieser Auffassung sparen, indem wir nur Diedrichs

Schlußsatz hier noch zitieren: „Ich muß zugeben, daß durch diese Einteilung eine Schwierigkeit entsteht, wenn Meßresultate zweier verschiedener Apparate verglichen werden sollen."

Wenden wir uns zum Schluß noch einmal dem neuen Apparat von Heinroth zu. Beschrieben ist der Apparat bereits ausführlich, und in unserer Tabelle finden sich auch die Ergebnisse der mit ihm von uns angestellten Meßversuche. Es bleibt uns an dieser Stelle nur die Aufgabe, einige kritische Bemerkungen über den Apparat hinzuzufügen.

Der Apparat erscheint jedem Betrachter auf den ersten Blick hin etwas kompliziert und vielleicht nicht so handlich wie das kleine Habersche Instrument. Indessen bleibt zu bedenken, daß Heinroth selbst als eigentliches Arbeitsfeld seines Apparates nicht etwa das Sprechzimmer des Allgemeinpraktikers ansieht, sondern das Laboratorium des Wissenschaftlers. Verbieten ja schon die ziemlich hohen Anschaffungskosten einer solchen Apparatur dem Praktiker die Anschaffung von selbst.

Als wesentlicher Fortschritt erscheint uns die Basierung der ganzen Apparatur auf dem Prinzip der Hebelwage, wodurch eine absolute Gewähr für die Richtigkeit der Messungen gegeben erscheint. Von diesem Gesichtspunkt aus erklären wir uns auch teilweise die Differenzen der Meßresultate des „Haberschen" Apparates einerseits und des „Heinrothschen" andererseits. Haber hatte eben in der Federwage, über deren Unwert schon einiges früher gesagt war, eine viel weniger sichere Basis, was auch von Dietrich zugestanden wird, selbst wenn er — wie oben ausgeführt — die Haberschen Meßresultate nicht als Kilogramme, sondern als „Einheiten" aufgefaßt haben will. In unseren Tabellen zeigten die Fälle 1, 2, 11, 22, 26, 28, 51, 58 und 59 beispielsweise diese Verhältnisse recht deutlich. Heinroth bewirkte auch die Beseitigung eines Grundübels der Haberschen Apparate, das von Greve so besonders scharf hervorgehoben wurde: Die Verschiedenheit des Kräfteangriffspunktes ist nicht mehr von Bedeutung, d. h. die Meßresultate bleiben nachweislich durch

diese unbeeinflußt. Die Aufbißkörper sind sterilisierbar, und da dies die einzigen Teile sind, die mit der Mundhöhle des Patienten in unmittelbare Berührung kommen, so glaube ich sagen zu können: Heinroth hat in dieser Hinsicht den Erfordernissen durchaus Genüge geleistet. Nicht unerwähnt bleiben darf auch eine Tatsache, die uns beim Haberschen Apparat die genaue Ablesung oft erschwerte, und die eben einen wesentlichen Vorzug des Heinrothschen Apparates darstellt: Die vorhandene Hebelvorrichtung verhindert zuverlässig das Zurückpendeln des Gewichtes, so daß der Zeiger auf dem einmal erreichten Maximalwert selbst nach dem Aufhören des Kaudrucks stehen bleibt. Und schließlich haben wir bei dem Heinrothschen Apparat die Möglichkeit, das Zustandekommen des Meßwertes in seinen einzelnen Phasen zu beobachten; d. h. die bereits beschriebene Registriertrommel läßt uns unterscheiden, ob der Patient kontinuierlich oder ruckweise zubeißt, so wie es uns die oben abgebildeten Kurven deutlich veranschaulichen. Wir können darin jede Schwankung, jedes plötzliche Anwachsen oder Abfallen des Kaudrucks erkennen. Die Wichtigkeit dieses Befundes für die Beurteilung der Meßergebnisse ist bereits ausführlich erörtert worden. Um so erstaunlicher erscheint es, daß Haber diesen Faktor in seinen Arbeiten bisher unberücksichtigt gelassen hat. Wir wollen an dieser Stelle zum Schluß noch einmal auf die Beurteilung hinweisen, die man überhaupt den Meßwerten, insbesondere aber den Differenzen der Meßwerte am gleichen Objekt angedeihen lassen muß. Schon verschiedentlich war in obiger Arbeit von der Relativität der Meßwerte im Sinne früherer Darlegungen von Heinroth die Rede. Was Heinroth früher aussprach, wird hier an Hand zahlreicher Messungen mit verschiedenen Apparaten einwandfrei bewiesen. Nie oder nur ganz selten wird ein Patient selbst bei Zugrundelegung gewissenhaftester und einheitlichster Versuchskautelen selbst bei Wiederholung der Messungen in größeren Zeitabständen den gleichen Kaudruck entfalten können. Stellt man mehrere Versuche hintereinander an, so werden sich die natürliche

Ermüdung der Muskulatur oder die Angst vor Beschädigung der Zähne, sowie die augenblickliche Disposition der Patienten auswirken. Ausführlich war hiervon die Rede. Ich bin daher geneigt darin den Ausdruck der feinsten Reaktionsfähigkeit einer Apparatur zu sehen, daß natürliche Schwankungen auch naturgetreu wiedergegeben werden. Wenn Haber also die verschiedentlich auftretende Konstanz der Meßresultate bei den mit seinem Apparat ausgeführten Versuchen für sich in Anspruch nehmen würde, so spricht gerade diese mitunter auffallende Konstanz, auf die wir schon auf Seite 45 durch etliche Beispiele hinwiesen, eher für eine ausgesprochene Insuffizienz, für einen Mangel an feinster Ansprechbarkeit des Haberschen Apparates. Wieviel wahrscheinlicher sind dagegen die Heinrothschen Meßresultate! Hiervon selbstverständlich wohl zu trennen sind die Abweichungen von Meßzahlen, die ganz offensichtlich und nachgewiesenermaßen auf Unvollkommenheiten in der Haberschen Apparatur beruhen. Ganz besondere Aufmerksamkeit ist nun aber diesen „variablen", nicht ausschaltbaren Komponenten der Kaudruckmessung bei der Beurteilung von therapeutischen Erfolgen zu schenken. Die Abweichungen, die sich bei Vergleichsmessungen im Durchschnitt ergeben haben, sind so groß, daß der Wert der Kaudruckmessung in vielen Fällen für die Praxis recht zweifelhaft erscheint. Rechnet man dazu noch den suggestiven Einfluß etwaiger in der Zeit zwischen erster und letzter Messung erfolgter Behandlung, so wird es selbst dem erfahrenen Fachmann oft schwer werden, den wirklichen Erfolg vom Scheinerfolg zu trennen.

Für die Überlassung des Themas zu obiger Arbeit sowie für vielerlei Ratschläge zu ihrer Ausführung möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. H. Heinroth, auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank aussprechen.

Literatur-Angabe.

1. Black, Konservierende Zahnheilkunde.
2. Greve, Der Habersche Kaudruckmesser, D. M. f. Z. 1926/17.
3. Haber, Die Aufgaben der Kaudruckmessung und der Zahndruckprüfung.
4. Haber, Die Paradentosen in ihren Beziehungen zum Kaudruck und Artikulationsproblem, D. M. f. Z. 1925.
5. Haber, Über Anwendung der Kaudruckmessung, D. M. f. Z. 1927/11.
6. Haber, Kaudruck-Meßapparat, Z. R. 1926/7—9.
7. Heinroth, Misch, Fortschritte der Zahnheilkunde, 1928/2.
8. Schröder, Lehrbuch der Technischen Zahnheilkunde.
9. Arthur Simon, Zahnärztliche Kronen- u. Brückenarbeiten.
10. Port Euler, Handbuch der Zahnheilkunde.
11. Riechelmann, Beitrag zur systematischen Prothetik.
12. Witthaus, Der Wert eines Gnatho-Dynamometers, Z. f. Z. O. 1911/8.

Lebenslauf.

Als Sohn des Zahnarztes Dr. Robert Sprinz wurde ich am 11. Mai 1901 zu Berlin geboren. Vom sechsten Lebensjahr an besuchte ich das hiesige Sophien-Gymnasium, um es mit dem Zeugnis der Reife zu verlassen. Ich widmete mich dem Studium der Zahnheilkunde an der Berliner Universität, wo ich mein Physikum mit „gut“ bestand.

Während der Inflationszeit mußte ich mein Studium unterbrechen und erst später war es mir wieder erlaubt, an der „Vereinigten Friedrichs-Universität zu Halle a. d. Saale“ meine klinischen Semester fortzuführen.

Am 2. XII. 1926 bestand ich zu Halle vor dem dortigen Prüfungsausschuß das zahnärztliche Staatsexamen mit dem Prädikat „gut“.

Ich arbeitete seitdem in der Praxis meines Vaters bis heute als Assistent.

Berlin, im Mai 1928.